

Bilaga 10

Statistisk genomlysning av Jordbruksverkets växtskyddscentralers
prognos- och varningsverksamhet

Författare:

Tomas Thierfelder

Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet



Bilder omslag
Gulrost (*Puccinia striiformis*) på rågvete. Foto: Rebecka Svensson, Jordbruksverket
Anoplophora glabripennis. Foto: Sofie Persson, Jordbruksverket

Jordbruksverkets rapport "Vässa växtskyddet för framtidens klimat – Hur vi förebygger och hanterar ökade problem i ett förändrat klimat" (2012:10) har följande bilagor:

Bilaga 1 Ahrné, Karin, Institutionen för ekologi, SLU

- a. Jämförelse av utbredningsmodellerna CLIMEX och MaxEnt.
- b. Litteraturgenomgång för beskrivning av program som används för att modellera arters utbredning.
- c. Klimatmatchningar i CLIMEX.

Bilaga 2 Andersson, Lars m.fl., Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU

- a. Metodutveckling för fortlöpande inventering av ogräsflorans sammansättning.
- b. Direkta och indirekta effekter av ett förändrat klimat på förekomsten av ogräs.
- c. Metod för detektering och uppföljning av förekomst av arter som är potentiellt framtida ogräs och expanderande ogräs.

Bilaga 3 Berlin, Anna, Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi, SLU

Rapport om användning av sporfällor för detektion och prognos av växtpatogener.

Bilaga 4 Eckersten, Henrik & Alois Kornher, Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU

Klimatförändringars effekter på jordbrukets växtproduktion i Sverige – scenarier och beräkningssystem.

Bilaga 5 Jönsson, Anna Maria m.fl., Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemvetenskap, Lunds universitet

Kunskapssammanställning – Växtskydd och Klimat. Modellering av klimatets påverkan på produktion och risk för skadegörare inom jordbruket.

Bilaga 6 Lindelöw, Åke och Karin Ahrné, Institutionen för ekologi, SLU & Elna Stenström och Johanna Boberg, Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi, SLU

Kunskapssammanställning av forskningsläget och metoder när det gäller nya allvarliga skogsskadegörare (svampar och insekter) som kan komma att överleva och etablera sig i Sverige.

- a. Registrering av insekts- och svampskador på skog i Sverige (Lindelöw & Stenström).
- b. Simuleringar av potentiell etablering av skadesvampar i svensk skog (Johanna Boberg).
- c. Simulering i CLIMEX av *Anoplophora glabripennis* möjliga utbredning i Sverige med nuvarande klimat och under olika klimatförändringsscenarior (Karin Ahrné).

Bilaga 7 Nilsson, Christer, Agonum konsult.

Växtskydd och Klimat – en kunskapsinventering.

- Bilaga 8** **Samuelsson, Hans m.fl., Skogsstyrelsen**
Ökade risker för nya skadegörare på skog och åtgärder för att minska riskerna.
- Bilaga 9** **Sigvald, Roland, Nordic Association of Agricultural Scientists (NJF)**
Seminarium "Risk assessment/risk management, forecasting pests and diseases of field crops in a changing climate", 30 november–1 december 2011.
- Bilaga 10** **Thierfelder, Tomas, Institutionen för energi och teknik, SLU**
Statistisk genomlysning av Jordbruksverkets växtskyddscentralers prognos- och varningsverksamhet.
- Bilaga 11** **Volk, Thomas m.fl., proPlant GmbH, Tyskland**
Simulation of infestation of plant pests of five agricultural crops in a changed climate 2011–2100 for Lund, Kalmar, Skara, Uppsala and Umeå.

Jordbruksverkets förord

Jordbruksverket har av regeringen fått i uppdrag att utarbeta ett praktiskt inriktat och fördjupat kunskapsunderlag för att förebygga och hantera ökade problem med ogräs, växtsjukdomar och skadegörare till följd av ett förändrat klimat.

Jordbruksverkets uppdrag redovisas i rapporten 2012:10.

Inom ramen för uppdraget har Jordbruksverket låtit genomföra ett antal delprojekt vilkas resultat redovisas som bilagor till huvudrapporten. De är endast tillgängliga på Jordbruksverkets webbplats. Resultat från delprojekten har till viss del sammanfattats i Jordbruksverkets huvudrapport i relevanta kapitel. Delrapporterna är mer omfattande.

Denna bilaga är redovisningen från ett sådant delprojekt. Tomas Thierfelder har utfört studien på Jordbruksverkets uppdrag. Författaren ansvarar för innehållet i denna rapport.

Gunilla Berg, växt- och miljöavdelningen

Statistisk genomlysning av Jordbruksverkets växt-skyddscentralers prognos- och varningsverksamhet



Författare: Tomas Thierfelder

Institutionen för energi och teknik, SLU Ultuna i juni 2012

Statistisk genomlysning av Jordbruksverkets växtskyddscentralers prognos- och varningsverksamhet

I samarbete mellan Statens Jordbruksverk och Institutionen för energi och teknik, SLU Ultuna enligt försöks- och samarbetsprojekt 25-6581/10

Tomas Thierfelder, SLU Ultuna i juni 2012

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	7
INLEDNING	7
BAKGRUND OCH SYFTE	8
DATA	9
ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING	9
RESPONSER	10
REGRESSORER	12
METODER	13
MODELLVAL	13
MERA OM RESPONSERNA	14
ENSKILDA VISAVI SAMTIDIGA RESULTAT	15
TEKNISK METODBESKRIVNING	15
PROGRAMVAROR	15
SAMMANFATTANDE RESULTATREDOVISNING	16
ENSKILDA RESULTAT	16
SAMTIDIGA RESULTAT	16
TIDSMÄSSIGA RESULTAT	19
SAMMANFATTANDE SLUTSATSER	21
DETALJERAD RESULTATREDOVISNING	21
BLADFLÄCKAR	22
<i>Höstvete</i>	22
<i>Korn</i>	24
<i>Höstvete och korn</i>	27
HAVREBLADLUS	29
<i>Havre</i>	29
<i>Korn</i>	31
<i>Vårvete</i>	33
<i>Havre, korn och vårvete</i>	35
ÄRTBLADLUS	37
<i>Ärter</i>	37
SKÖDLFLÄCKSJUKA	39
<i>Korn</i>	39
<i>Råg</i>	41
MJÖLDAGG	43
<i>Vårvete</i>	43
<i>Korn</i>	45
<i>Råg</i>	48
SÄDEBLADLUS	50
<i>Höstvete</i>	50
TRIPS	52
<i>Råg</i>	52
<i>Rågvete</i>	54

KRONROST	55
<i>Havre</i>	55
BRUNROST	58
<i>Höstvete</i>	58
DISKUSSION	60
FÖRFATTARENS TACK.....	61
REFERENSER.....	61
ORDLISTA	62

Sammanfattning

Jordbruksverkets växtskyddscentraler driver programmet ”Prognos och varning” (PoV) där man erbjuder rådgivning angående bekämpning av skadegörare i svensk odling. I den del av PoV-programmet som sysslar med insekts- och svampangrepp på spannmål har ett provtagningsprogram samlat in stora mängder data sedan 1988. Av dessa data har föreliggande studie prioriterat nio olika skadegörare (*bladfläckar, havrebladlus, ärtbladlus, sädesbladlus, sköldfläcksjuka, mjöldagg, trips, kronrost och brunrost* – se tabell 1) som har studerats med avseende på den årsvisa skadeomfattningen på sju olika grödor (*höstvet, havre, korn, vårvete, örter, råg och rågvete* – se tabell 1). Avsikten har dels varit att studera vilken effekt en rad olika odlingsfaktorer (*grödans känslighet för svampangrepp, odlingsklimat, nederbörd, såningsvecka, utsädesmängd, närvaro av pesticider, halmrester i odlingen, stråstyrka, jordart, kvävegivans storlek, förra årens gröda och plöjningsstatus* – se tabell 3) har på skadeutfallet tvärs över samtliga utvalda kombinationer skadegörare/gröda, och dels att detaljstudera varje kombination för sig. Dessutom har effekten av olika tidsperioder för fältprovtagning beaktats som en designfaktor bland odlingsfaktorerna (se tabell 2). Studiens ändamål har varit att retroperspektivt avgöra om provtagningsprogrammet kan effektiviseras m. a. p. valet av variabler och provtagningsperiod, dvs. huruvida man mäter i onödan och/eller om något saknas. Dessutom har avsikten varit att spåra tids- och klimattrender som underlag för projektioner in i framtiden. Här kan t.ex. effekter av en eventuell klimatförändring analyseras.

Den analys som beskrivs ovan har genomförts på två olika sätt; dels studeras de enskilda odlingsfaktorernas effekt var för sig, och dels samtliga faktorerers samtidiga (multipla) effekt. Resultaten visar att de flesta odlingsfaktorer, halmrester och stråstyrka undantaget, har en signifikant effekt på den årsvisa skadeomfattningen i det enskilda fallet (tabell 4), och att mängden utsäde per areaenhet, bruket av pesticider, halmrester i odlingen, stråstyrka, jordart samt andra och tredje årets förkultur saknar relevans i det multipla fallet (tabell 5). Nederbörd är den enskilt viktigaste regressorn om den årsvisa skadeomfattningen betraktas tvärs över samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda, tätt följd av såningsvecka, odlingsklimat och plogningsstatus. Generellt bör fältprovtagningar påbörjas vid vegetationsperiodens början (dvs. vid den tidpunkt som hittills har praktiserats inom PoV-programmet) och avslutas när den aktuella grödan har uppnått utvecklingsstadium 70 (tabell 6). För årsvis analys av svampangrepp kan det räcka att bedöma skadeomfattningen en enda gång per odlingssäsong, och då vid den tidpunkt då grödan har nått utvecklingsstadium 70. Om den årsvisa rekommendationen följs så förloras naturligtvis information angående skadans inom-årsvariation. Resultaten indikerar att information angående skadegörarnas övervintringsförhållanden saknas i PoV-databasen, information som är viktig om man önskar genomföra en mera detaljerad processtudie. Vidare visar studien att flera skadegörare opererar i starkt signifikanta tids- och klimattrender (se kapitlet ”Detaljerad resultatredovisning”), inte minst vad gäller de ekonomiskt viktigaste kombinationerna skadegörare/gröda.

Inledning

I denna skrift genomlyses de data som samlats in av Jordbruksverkets växtskyddscentral angående skadeangrepp i svensk stråsåodling under perioden 1988 till 2011. Med ”genomlysning” avses en statistisk beskrivning av hur skadans omfattning förhåller sig till ett antal reglerande faktorer såsom nederbörd, klimat och odlingsstrategi. Genom att studera effekten av sådana faktorer på sexton prioriterade kombinationer skadegörare/sädesslag kan rekommendationer angående effektiv övervakning ges samtidigt som skadeomfattningens variation med tid och odlingsklimat illustreras. Eftersom

klimatzoner förflyttas geografiskt med en eventuell global uppvärmning så kan den sistnämnda analysen användas för att illustrera effekten av klimatförändringar.

Förutom den statistiska beskrivningen av skadeomfattningens variation levereras underlag till ett geografiskt informationssystem (GIS) med denna rapport. Detta underlag består av GIS-filer (SHAPE-format) som innehåller kartbaserade visualiseringar av skadegörarnas variation i tid och rum tillsammans med en stor del av den beskrivning som är knuten till de enskilda fält som provtagits inom ramen för växtskyddscentralens prognos- och varningsverksamhet (PoV).

Genomlysningen av PoV-data presenteras i två steg där det första innehåller en sammanfattning som vänder sig till den publik som saknar intresse för statistiska detaljer, medan det andra steget innehåller samtliga de detaljer som krävs för att genomskåda den valda statistiska metodologin. Även metodbeskrivningen är uppdelad i dessa två steg, där de inledande kapitlen använder ett relativt enkelt språk medan det avslutande kapitlet (teknisk metodbeskrivning) inte sätter några språkliga gränser. För säkerhets skull avslutas rapporten med en ordförklaring. För den statistikintresserade hänvisas dessutom till väletablerade litteraturkällor.

Eftersom genomlysningen av PoV-data sker i ett biometriskt koncept så presenteras inte slutsatser och rekommendationer i termer av odling och/eller växtskydd. Istället ger rapporten underlag för tolkningar och beslut i dessa riktningar, men förhåller sig i stort sett neutral till resultaten.

Det känns stort att ge sig på en nations samlade observationer på skador i stråsåddodling, att anpassa odlings- och växtskyddsstrategi till de erfarenheter som vunnits i historisk odling är viktigt på ett närmast episkt plan. I det biometriska perspektivet så speglar PoV-databasen just vunna erfarenheter, och den organisation som är satt att omvandla denna information till strategier för effektiviserad framtida odling utför sannerligen ett arbete av strategisk vikt. Enkelt uttryckt går detta till så att varje nytt år utvärderas och jämförs med föregående års erfarenheter alltmedan data ackumuleras i den underliggande databasen. Att se tillbaka och genomlysa hela datamängden blir därför allt svårare ju längre tiden förflyter, och att vid ett givet tillfälle vända sig om med intentionen att använda hela det ackumulerade materialet för att bedöma övervakningsprocessen kan te sig överväldigande om man ser tillbaka på miljontals dataposter. Till detta kan läggas det faktum att de flesta miljöövervakningsprogram har instiftats av biologer utan inblandning av biometriker, varför informationsteoretiska begrepp sällan har prioriterats i övervakningsprogrammets design. När nu en biometriker får chansen att sätta tänderna i en så spännande datamängd så är det just sådana begrepp som kommer att behandlas; exakt vilka variabler krävs för att beskriva den observerade skadevariationen, finns det något som observeras i onödan, finns det något som saknas, hur stor andel av den observerade variationen går att beskriva med de tillgängliga variablerna, etc., etc.?

Bakgrund och syfte

Jordbruksverket bedriver via sina växtskyddscentraler ett program för empiriskt baserad rådgivning angående bekämpning av skadegörare i svenskt jordbruk kallat Prognos och Varning (PoV). Grunden för denna verksamhet vilar på årligt upprepade insamling av data angående grödor i odling, av skadeangrepp på dessa grödor, samt av variabler som antas påverka skadeangreppet. Grundprincipen för empiriskt baserad (eller evidensbaserad) rådgivning är att basera experters kunskapsuppbyggnad på studiet av insamlade data och sedan förmedla de vunna kunskaperna vidare ut i odlarleden. Denna kunskapsförmedling sker traditionellt via ett konsultförfarande där enskilda bönder rådgör med växtskyddscentralernas experter, men också via Jordbruksverkets webbtjänst och via en årlig samman-

fattning som publiceras under namnet *Växtskyddsåret*.

Den huvudsakliga avsikten med PoV är att via den i rum och tid ganska högupplösta övervakningen av skadestatus erbjuda enskilda odlare behovsanpassad rådgivning med hopp om att därmed optimera det enskilda skördeutfallet och samtidigt anpassa användandet av bekämpningsmedel till uppsatta miljömål. I denna verksamhet finns ett antal inneboende svårigheter som främst betingas av den stora variationen i skadeangreppens natur. Med stora variationer från ett år till ett annat och från en plats till en annan (stor spatiotemporal variation) är det svårt att generalisera rådgivningen, den måste istället ske nära realtid och följa lokala resultat från pågående övervakning. Dessutom finns en misstanke att klimatförändringar introducerar en trend i materialet som påverkar allt från odlingssäsong och odlingsbetingelser till grödors hårdighet mot skadeangrepp och komposition av skadegörare. Frågor angående generalisering och klimatpåverkan ligger därför dolda i en verksamhet som i huvudsak sysslar med realtidsvariation, och att därifrån plocka upp all den information som har samlats in under drygt tjugo års verksamhet för att ställa frågor om generaliserbarhet och klimateffekter kan kräva andra kunskaper än de som traditionellt återfinns i PoV.

Det föreliggande arbetet avser således att utföra en genomlysning av det ackumulerade PoV-materialet med syfte att dra generella slutsatser angående övervakningsprogrammets experimentella design. Detta innebär att de variabler som finns att tillgå i PoV-databasen används för att identifiera en uppsättning basvariabler varmed den observerade variationen låter sig beskrivas. Om det finns variabler vid sidan av denna bas så är dessa överflödiga och kan i princip uteslutas i en kostnadseffektiviserad övervakning. Om det å andra sidan saknas variabler för en effektiv bas så bör dessa identifieras och inkluderas i en kostnadseffektiviserad övervakning. Med en lång rad grödor och skadegörare tillgängliga för analys så är den bärande frågan huruvida varje kombination gröda/skadegörare kräver sin egen bas, eller om det är möjligt att täcka större delar av den ackumulerade övervakningsinsatsen med en gemensam bas. Möjligheten till kostnadseffektivisering ligger just i denna eventuella generalisering över grödor och skadegörare.

Data

Övergripande beskrivning

Primära PoV-data föreligger för ett stort antal grödor och skadegörare, där provtagning har skett en gång i veckan under vegetationsperiod. Provtagningsperiodens längd och placering i almanackan varierar med odlingsklimat och grödans mognadshastighet. Eftersom mognadshastigheten beror på odlingsbetingelserna, och eftersom dessa varierar från ett år till ett annat, så varierar provtagningsperiodens längd i tid och rum samtidigt som dess placering i almanackan förskjuts med det övergripande odlingsklimatet (figur 1). Givet dessa förhållanden så exponeras grödan mot skadegörare i början av vegetationsperioden (i princip) varpå skadan utvecklas enligt en funktion (figur 2) vars värde beror på en lång rad komplext återkopplade omständigheter. I PoV-databasen beskrivs skadefunktionens värde på två principiellt olika sätt, där man använder andelen angripna blad (de tre översta bladen) vid svampsjukdomar och genomsnittligt antal individer per strå vid insektsangrepp (se http://jordbruk.pinfos.se/Anvisning_AL/Text_ALLA.doc för exakt provtagningsförfarande). Då dessa två principer har ganska väsensskilda informatiska karaktärer måste de behandlas olika i den statistiska genomlysningen – mera om detta i kapitlet Responser nedan.

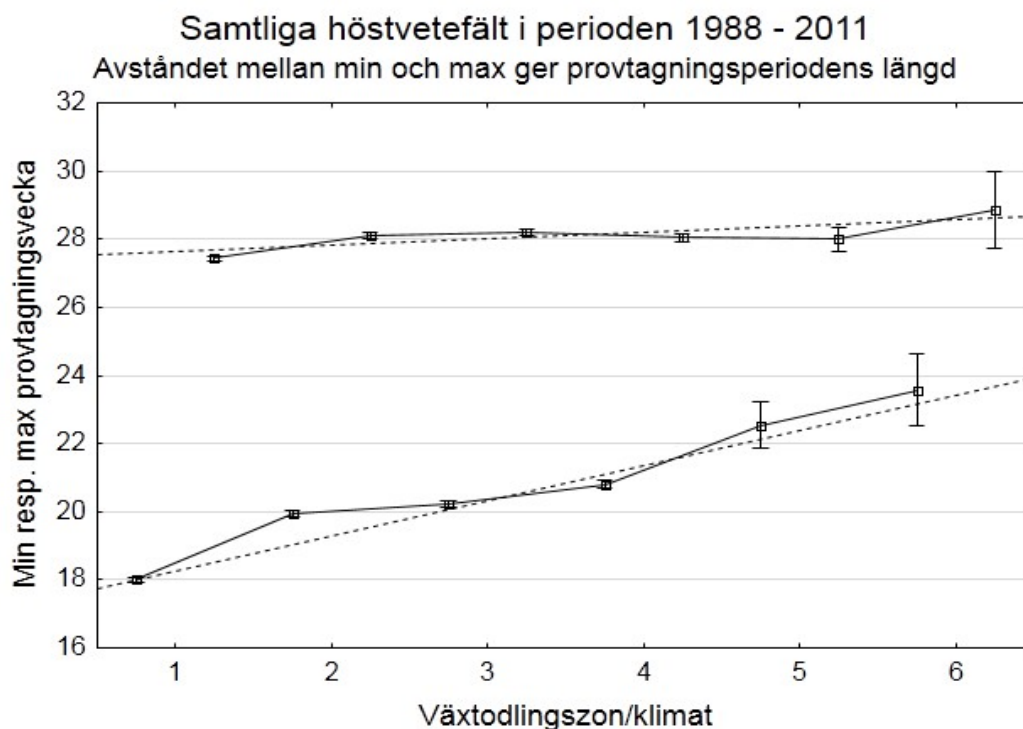
Om vi applicerar biometri på diskussionen ovan så kallar vi skadefunktionen för responsvariabel (respons), medan de variabler som antas reglera skadefunktionens värde kallas regressorvariabler

(regressorer). Eftersom PoV-databasen innehåller en begränsad mängd potentiella regressorer – se kapitlet Regressorer nedan – så kan vi frammana en bild där en enskild respons återfinns till vänster om ett likhetstecken, med regressorerna på höger sida om likhetstecknet. Det gäller då att utnyttja de observationer som gjorts inom ramen för PoV-programmet för att statistiskt skatta sambandet mellan respons och regressorer, vilket låter sig göras med en generell linjär modell (GLM) eller, om de provtagna fälten och/eller gårdarna betraktas som statistiska subjekt, en blandad linjär modell (Mixed GLM) – se kapitlet Metoder nedan.

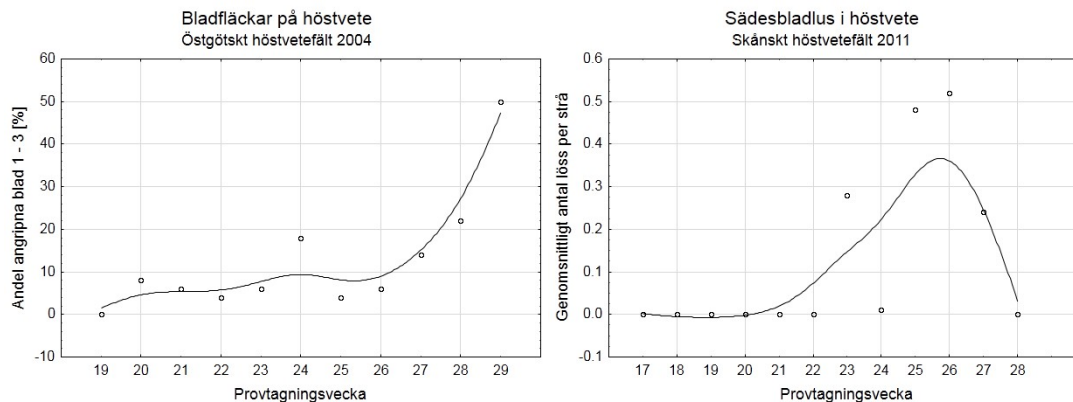
Responser

Sexton prioriterade kombinationer gröda/skadegörare har valts ut för genomlysning, se tabell 1. De prioriterade kombinationernas skadefunktion fungerar som responser där var och en behandlas separat utom i fallen med bladfläckar på höstvetete och korn, samt havrebladlus på havre, korn och vårvetete, där en analys tvärs över de respektive sädesslagen adderas till den separata behandlingen.

Ett sätt att angripa den stora datamängd som ryms i PoV-databasen (totalt rymmer de prioriterade kombinationerna ungefär 1.5 miljoner observationer) är att betrakta skadefallet årsvist, och beskriva den årsvisa variationen med hjälp av årsvist sammanfattande regressorvärden. Detta förefaller naturligt speciellt som många av de variabler som beskriver odlingsbetingelserna varierar på årsbasis (tabell 3). Detta gäller sådana variabler som de föregående årens gröda, mängden utsäde per areaenhet, kvävegivans storlek, osv. Skadefunktionen för varje fält har därför sammanfattats årsvist enligt metodik som beror på huruvida skadan har orsakats av svampsjukdom eller insektsangrepp. Anledningen till denna distinktion är att skada som uppstått p. g. a. svampangrepp är mera kumulativ till sin natur än skada p. g. a. insektsangrepp (figur 2). Eftersom svampangrepp observeras på tre toppblad som förnyas så länge plantan är stadd i tillväxt så kan svampangrepp komma och gå i plantans tillväxtfas, men när plantan är färdigutvecklad så ackumuleras skadan på de tre översta bladen. Insektsangrepp som observeras i termer av antal, snarare än i termer av den kumulativa skada som åsamkats plantan, är mera dynamiska till sin natur eftersom insekterna helt enkelt kan lämna plantan (figur 2). Svampsjukdomars skadekurva, så som den har observerats inom ramen för PoV, förväntas därför i högre grad följa en klassisk tillväxtkurva (Davidian & Giltinan, 1995) än vad som är fallet vid insektsangrepp. Detta betyder att det ackumulerade svampangreppet är som störst i slutet av odlingssäsongen och att en årsvis sammanfattning kan erhållas genom att beräkna årsmaxima. I fallet med insektangrepp vore det lämpligare att beräkna den årsvisa summan av observerat antal insekter om det inte vore för det faktum att antalet provtagningsveckor (och därmed antalet summatermer) varierar stort (figur 1). På grund av detta måste den årsvisa summan divideras med antalet provtagningsveckor vilket landar i ett aritmetiskt medelvärde. Enligt diskussionen ovan är insektsangrepp som observerats i termer av antal relativt okomplicerade jämfört med svampsjukdomars skadefunktion. Eftersom den sistnämnda börjar ackumuleras när plantan har nått det utvecklingsstadium då inga nya toppblad utvecklas, och eftersom tidsrymden från detta utvecklingsstadium till provtagningsperiodens slut varierar, så är det svårt att jämföra den ackumulerade skadan från en plats (i rum och tid) till en annan. Skadefunktionen måste därför ackumuleras fram till ett utvecklingsstadium som är gemensamt för samtliga fält som ingår i studien. Eftersom grödans utvecklingsstadium har noterats vid varje fältbesök är detta fullt möjligt, och som resultat har de årsvisa sammanfattningar som redovisas i tabell 2 beräknats.



Figur 1: Provtagningsperiodens början och slut medelvärdesbildat över samtliga höstvetefält. Det lodräta avståndet mellan de båda kurvorna ger provtagningsperiodens längd räknat i veckor. Växtodlingszoner enligt Riksförbundet Svensk Trädgårds växtatlas.



Figur 2: Skadefunktioner gällande bladfläckar (v.) och sädesbladlus (h.) i höstveteodling.

De årsvisa responsvärden som redovisas i tabell 2 har dels beräknats för var och en av de kombinationer gröda/skadegörare som redovisas i tabell 1, dels tvärsöver grödorna höstvetete och korn i fallet med bladfläcksjuka, och dessutom tvärsöver grödorna havre, korn och vårvete i fallet med havrebladlus. Till yttermera visso har nederbörd och provtagningsvecka behandlats enligt tabell 2, men då handlar det om regressorer vilka beskrivs nedan.

Den exakta definitionen av grödors utvecklingsstadium redovisas i valfri årgång av Jordbruksverkets bekämpningsrekommendationer för svampar och insekter, t.ex. i Andersson m.fl., 2012.

Det skall tilläggas att även arean under skadefunktionerna har beräknats, och att de resulterande integralvärdena har testats som ett alternativ till responserna i tabell 2 – mera om detta i kapitlet Metoder nedan.

Prioritet:	Skadegörare:	Gröda:	Mätmetod:
100	Bladfläckar	Höstvete	% ang. blad 1-3
91	Havrebladlus	Havre	antal/strå
91	Havrebladlus	Korn	antal/strå
91	Havrebladlus	Vårvete	antal/strå
83	Bladfläckar	Korn	% ang. blad 1-3
77	Ärtbladlus	Ärter	antal/strå
71	Sköldfläcksjuka	Korn	% ang. blad 1-3
66	Mjöldagg	Vårvete	% ang. blad 1-3
66	Sädesbladlus	Höstvete	antal/strå
66	Mjöldagg	Korn	% ang. blad 1-3
63	Mjöldagg	Råg	% ang. blad 1-3
63	Trips	Råg	antal/strå
63	Trips	Rågvete	antal/strå
59	Kronrost	Havre	% ang. blad 1-3
56	Brunrost	Höstvete	% ang. blad 1-3
53	Sköldfläcksjuka	Råg	% ang. blad 1-3

Tabell 1: Sexton kombinationer gröda/skadegörare prioriterade m. a. p. allmän betydelse. Bladfläckar är ett sjukdomskomplex som innefattar åtminstone tre olika svamparter.

Responsvariabel	Beskrivning
Ave_all	Medelvärde beräknat genom hela provtagningsperioden
N_all	Antalet observationer genom hela provtagningsperioden
Sum_all	Summavärde beräknat genom hela provtagningsperioden
Max_all	Maxvärde beräknat genom hela provtagningsperioden
Min_all	Minvärde beräknat genom hela provtagningsperioden
Range_all	Omfång beräknat genom hela provtagningsperioden
Ave_70	Medelvärde beräknat till utvecklingsstadium 70
N_70	Antalet observationer till utvecklingsstadium 70
Sum_70	Summavärde beräknat till utvecklingsstadium 70
Max_70	Maxvärde beräknat till utvecklingsstadium 70
Min_70	Minvärde beräknat till utvecklingsstadium 70
Range_70	Omfång beräknat till utvecklingsstadium 70
Ave_35_70	Medelvärde beräknat mellan utvecklingsstadium 35 och 70
N_35_70	Antalet observationer mellan utvecklingsstadium 35 och 70
Sum_35_70	Summavärde beräknat mellan utvecklingsstadium 35 och 70
Max_35_70	Maxvärde beräknat mellan utvecklingsstadium 35 och 70
Min_35_70	Minvärde beräknat mellan utvecklingsstadium 35 och 70
Range_35_70	Omfång beräknat mellan utvecklingsstadium 35 och 70
Ave_55	Medelvärde beräknat till utvecklingsstadium 55
N_55	Antalet observationer till utvecklingsstadium 55
Sum_55	Summavärde beräknat till utvecklingsstadium 55
Max_55	Maxvärde beräknat till utvecklingsstadium 55
Min_55	Minvärde beräknat till utvecklingsstadium 55
Range_55	Omfång beräknat till utvecklingsstadium 55

Tabell 2: Ovanstående årsvisa värden har beräknats för samtliga kombinationer skadegörare/gröda (tabell 1), för nederbörd och för veckonummer. Minvärde och omfång är endast tillämpligt för veckonummer.

Regressorer

På regressorsidan har vi variabler enligt tabell 3. Var och en av de prioriterade grödorna förekommer i ett stort antal sorter vars känslighet mot svampsjukdomar varierar emellan sorter såväl som över tid. Denna variation gäller främst svampsjukdomar där förändringen över tid beror på att skadearterna vänjer sig vid grödsorterna. I takt med att gamla sorter förlorar motståndskraft utvecklas därför nya via standardmässigt förädlingsarbete. Den resulterande motståndskraften mot svampangrepp utvär-

deras årligen, och publiceras (SJV, periodika) i form av ett index som möjliggör jämförelser emellan sorter och över tid. Variationer i detta index korrelerar naturligtvis med variationer i den observerade skadans omfattning, och kan därför användas som en regressor som viktar olika grödsorter till jämförbar känslighet.

Odlingsbetingelserna varierar naturligtvis med odlingsklimatet, där ett rimligt antagande är att allt från vegetationsperiodens längd och placering i almanackan till sortval och komposition av skadegörare påverkas (Maracchi et al., 2005). Genom att använda klimat som regressor kan PoV-materialet kompenseras för klimatbetingade variationer.

I den mån det blir aktuellt så beskrivs de regressorer som återstår i tabell 3 i kapitlet Resultat.

Regressor	Beskrivning
Farm	Gårdsbeteckning
Field	Fältbeteckning (samma gård kan delta med flera fält i PoV)
Crop	Gröda (se tabell 1)
Pest	Skadegörare (se tabell 1)
Sort	Grödsort; nominal faktor
Sensitivity	Grödsortens känslighet för svampangrepp
Climate	Växtodlingszon/odlingsklimat
Precip	Nederbörd (se tabell 2)
Sow_week	Såningsvecka (vecka för sådd)
Seed	Mängd utsäde per areaenhet (kg/ha)
Pesticide	Pesticid i odling (ja eller nej)
Straw	Halmrester i odling (ringa, normal eller mycket)
Strength	Stråstyrka (liggande, halvliggande eller upprätt)
Soil	Jordart (sju olika partikelstorlekar)
Nitro	Kvävegivans storlek (kg/ha, elva olika storlekar)
Precult1	Förra årets förfrukt (sexton olika förfrukter)
Precult2	Förr-förra årets förfrukt (sexton olika förfrukter)
Precult3	Förfrukt för tre år sedan (sexton olika förfrukter)
Ploughed	Plöjd odling (ja eller nej)

Tabell 3: En begränsad mängd regressorer är tillgängliga i PoV-databasen. De spänner från nominal skaltyp till kvotskala, vilket sätter upp riktlinjerna för metodval i den statistiska genomlysningen (se kapitlet Metoder nedan).

Metoder

Modellval

Den övergripande statistiska metodiken har redan ringats in i diskussionen ovan; med en ensam respons till vänster om ett likhetstecken, och med regressorerna på höger sida, så är vi intresserade av att statistiskt skatta (det linjära) sambandet dem emellan. Responserna är relativt oproblematiske eftersom de kan antas vara normalfördelade antingen primärt eller efter en enkel transformation (t.ex. logaritmering), medan regressorerna är något mera problematiske eftersom de har observerats på en rad olika skaltyper (tabell 3). Statistiskt sett är detta emellertid inget problem, det finns en standardmodell för just detta scenario. Med en normalfördelad respons vars värde beror på en kombination av kategoriska och kontinuerliga regressorer behövs en standardmässig generell linjär modell (GLM – Fitzmaurice et al., 2004).

För att kunna använda en GLM måste modellens grundläggande villkor vara något sånär uppfyllda, dvs. givet den normalfördelade responsen så antas de årliga skadeomfattningarna vara sinsemellan oberoende med en spridning som ej varierar med regressorerna (homogen varians). Antagandet rörande normalfördelning är tämligen robust jämfört med kraven på oberoende och homogenitet, där homogeniteten intimt hänger samman med responsens fördelning. I praktiken skapas oftast homogenitet när responsen transformeras till ungefärlig normalfördelning (Box & Cox, 1964).

Antagandet om oberoende observationer är mindre trivialt. Om skadegörare antas "få fäste" i de odlingar där de förekommer, eller om deras förekomst i enskilda odlingar antas bero på den enskilda odlingskulturen, så ter sig antagandet om oberoende observationer orimligt. Det är i så fall rimligare att anta en starkare korrelation inom fält och gårdar än emellan desamma, dvs. närvaron av en strukturerad korrelation ter sig som ett rimligare antagande än oberoende observationer. En sådan struktur kan i så fall skattas och elimineras med hjälp av en blandad linjär modell (MIXED GLM) (Fitzmaurice et al., 2004) där gårds- och/eller fältbeteckning (tabell 3) används som regressorer och där fältvariabeln eventuellt nästlas i gårdsvariabeln eftersom samma gård kan ha flera fält med i studien. MIXED-approachen har prövats och jämförts med standard GLM, men har förkastats dels av praktiska skäl, men även för att den inte påverkar signifikansen i de modeller som ansatts under antagande av oberoende observationer. Trots detta står principen fast; det ter sig betydligt rimligare att anta strukturerad korrelation inom kombinationen gård/fält än att anta oberoende observationer.

Mera om responserna

I diskussionen ovan har det slagits fast att skadefunktioner kan sammanfattas årsvist med maxvärde i fallet med svampsjukdomar och med medelvärde i fallet med insektsangrepp (om värdena beräknas vid jämförbar utvecklingsgrad). Ett betydligt mer komplicerat alternativ till detta vore att anpassa en integrerbar matematisk funktion till skadekurvorna (figur 2), och sedan skatta den årsvisa skadans omfattning som integralvärdet under skadekurvan. I föreliggande studie har detta gjorts i fallet med bladfläckar på höstvete, där arean under Boltzmans logistiska tillväxtkurva i fyra parametrar (Jannedy et al., 2003) har skattats i de skadekurvor som innehåller minst tre observationer per år. De fyra parametrarna a , b , c , och d (ekvation 1) beskriver i tur och ordning svampangreppets omfattning vid vegetationsperiodens början (noll), den ackumulerade omfattningen vid vegetationsperiodens slut (observerat max vid standardiserad utvecklingsgrad), tidpunkt för halv ackumulation (uttryckt som veckonummer), och skadans maximala ackumulationshastighet (skadefunktionens maximala tidsderivata). För att förenkla beräkningarna i de tusentals fält som har observerats så antas att tidpunkten (veckonumret) för halv ackumulation sammanfaller med den ackumulerade skadans median. Givet dessa omständigheter så kan Boltzman-kurvans primitiva funktion skrivas;

$$F(x) = ax + d(b-a) \cdot \ln(e^{x/d} + e^{c/d}) \quad (1)$$

där x betecknar veckonummer

och användas för att skatta skadefunktionens area från provtagningsperiodens början till dess slut. Det har emellertid visat sig att prestandan i det resulterande uttrycket är betydligt sämre än skadefunktionens maxvärde (vid jämförbar utvecklingsgrad), varför försöket med integrering lades ned. Anledningen till detta är säkert svårigheten att finna en integrerbar funktion som passar de empiriskt observerade skadefunktionerna – när den komplexa naturen skall skattas så är ofta det enkla att föredra.

Enskilda visavi samtidiga resultat

Det är stor skillnad att skatta sambandet mellan en respons och en enskild regressor jämfört med att skatta sambandet mellan samma respons och en kombination av regressorer (en linjärkombination). Det förstnämnda är relativt enkelt och i högsta grad adekvat. Uppgiften består i att beskriva sambandet mellan respons och regressor för var och en av de regressor/respons-kombinationer som går att återfinna i tabellerna 2 och 3. Varje sådan skattning sker enskilt, dvs. regressorernas effekt på responsen skattas utan hänsyn till andra regressorers effekt. Som resultat erhålls en lista med regressorer som påverkar responsen ifråga (tabell 4), och när detta resultat sammanställs tvärs över samtliga kombinationer av skadegörare och grödor så kan slutsatser angående dominerande effekter generaliseras till hela provtagningsprogrammet.

Om frågan istället gäller samtliga regressorers samtidiga effekt på responsen ifråga så måste korrelation emellan regressorerna beaktas. Anledningen till detta är av grundläggande natur (Söderström & Stoica, 1989); om regressorerna korrelerar så används samma information flera gånger när responsens variation skall beskrivas (ett hårddraget exempel vore att använda längd i cm tillsammans med längd i tum för att skatta vikten på en person). För att resultatet av GLM-modellering skall vara entydigt tolkningsbart så krävs en linjärkombination av oberoende regressorer. Detta betyder att enskilda regressorers effekt på responsvariabeln endast kan skattas i jämförelse med andra regressorer, och att regressorer kan vara överflödiga på två olika sätt; antingen för att de inte alls korrelerar med responsen ifråga, eller för att de korrelerar med en annan regressor. När den samtidiga analysen kombineras med den enskilda tvärs igenom det föreliggande datamaterialet så kan överflödiga regressorer identifieras och bidra med information för PoV-programmets eventuella effektivisering (tabell 5).

Teknisk metodbeskrivning

De enskilda resultaten är beräknade med minsta-kvadrat-metoder där sigma-parameteriserad kodning av data har valts i frånvaron av slumpvariabler, och där kvadratsummorna är av fullrank-typ (typ V) eftersom datasetet är allt annat än balanserat (Milliken & Johnson, 1992). Skattningen av det multipla regressorrummets dimensionalitet och rankningen av multipla regressorer har utförts med icke-linjära iterativa partiella minsta-kvadrat metoder (Nonlinear Iterative Partial Least Squares - NIPALS) (Wold H., 1975; Wold S., 1978), varefter sambandet mellan respons och NIPALS-basen har skattats dels med minsta-kvadrat-metoder och dels med begränsad maximum-likelihood teknik (Restricted Maximum Likelihood – REML). Genom att applicera dessa två väsensskilda metoder på samma problem har skattningens rimlighet bedömts. På motsvarande sätt har rimligheten i NIPALS-skattningen bedömts genom jämförelse med "Best Subset Regression" enligt Mallows informationskriterium (Mallow's Cp - Daniel & Wood, 1980).

Efter identifieringen av en regressor-bas och skattningen av dess linjära samband till responsen har modellresidualerna plottats över tid och klimatzoner, varefter linjär regression har applicerats för skattning av eventuella klimat- och tidstrender. Dessa residualer är vad som återstår av responsen efter kompensation för de effekter som beskrivs med regressorbasen, där sökandet efter klimat- och tidstrender naturligtvis endast kan utföras efter sådan kompensation.

Programvaror

De statistiska analyserna är utförda i STATISTICA v. 10 samt i SAS v. 9.2. All plottning och visualisering är utförd i STATISTICA. Då PoV-databasen rymmer en ansenlig mängd data är sortering, disposition och nedbrytning av data till analyserbara delmängder A och O. Detta har skett i samspel mellan STATISTICA och EXCEL, där Excel-modulen DigDB v. 7.1.3 har visat sig vara till ovärderlig hjälp. Inte-

greringen av Boltzmans logistiska tillväxtkurva skedde i DERIVE v. 6.1, medan länknigen av växtodlingszon till de provtagna odlingarnas geografiska position skedde i ArcGIS v. 10.0. Den primära PoV-databasen hanteras med en 4D v. 8.0 databashanterare.

Sammanfattande resultatredovisning

Enskilda resultat

I tabell 4 sammanställs resultaten från de enskilda skattningarna av regressorer gällande samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda (tabell 1, tabell 3). Resultaten har sorterats med skadegörare som primär nyckel, där de olika skadegörarna har avskilts med en linje som stöd för analys av tabellen. Siffrorna rankar varje regressor på så sätt att en etta anger högsta rank varpå stigande värde anger avtagande rank. Rankingen speglar den styrka (de prob-värden) som redovisas i den detaljerade resultatredovisningen nedan. I den sistnämnda redovisningen ges dessutom detaljerad information angående stickprovsstorlekar, F-karakteristik och mycket annat.

I botten på tabell 4 anges hur ofta de olika regressorerna uppträder tvärs över samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda tillsammans med rankingens medelvärde (där alltså lägst är bäst). Där kan vi t.ex. utläsa att halmrester i odling och stråstyrka knappast spelar någon roll för den årsvisa variationen i skadeomfattning medan odlingsklimat och nederbörd är viktiga för de flesta kombinationer skadegörare/gröda. Vidare är närvaron av pesticider samt valet av förkultur viktiga för skadeomfattningens variation. Med hjälp av rankingens medelvärde kan vi utläsa att den genomsnittligt högst rankade regressorn, tvärs över samtliga kombinationer, är nederbörd och såningsvecka, tätt följda av odlingsklimat och plogningsstatus.

Förutom exemplet med bladfläcksjuka (se nedan) lämnas den sammanfattande analysen av enskilda kombinationer skadegörare/gröda till läsaren, detaljerad information ges i kapitlet "Detaljerad resultatredovisning" nedan. Vad gäller den ekonomiskt viktiga bladfläckssjukan på höstvetete så regleras den årsvisa skadeomfattningen i första hand av nederbörd, såningsvecka och odlingsklimat. Detta gäller i stort sett även bladfläcksjuka i kornodling, även om bruket av pesticider ser ut att ha starkare effekt här än i höstvetesodling. Val av förkultur är också viktig för den årsvisa skadeomfattningens variation. Den exakta effekten av förkultur redogörs för i kapitlet "Detaljerad resultatredovisning" nedan; för bladfläcksjuka i höstvetesodling ser det t.ex. ut som om höstvetete i förra årets kultur accentuerar innevarande års skadeomfattning medan oljevaxter i förra årets kultur reducerar densamma.

Genom att "lägga pussel" med de olika informationsslag som tillhandahålls i föreliggande rapport, så som gjorts i exemplet med bladfläcksjuka i höstvetesodling ovan, kan så detaljerad information om enskilda kombinationer skadegörare/gröda inhämtas som PoV-materialet tillåter. Att denna stora informationsmängd inte kan sättas på explicit pränt är självklart, analysen måste lämnas åt läsaren och läsarens specialintressen. I samband med sådan analys bör man komma ihåg att samtliga resultat har erhållits genom viktning av grödsorters känslighet för svampsjukdomar (i alla tillämpliga fall), samt att det mått på nederbörd som använts i samtliga fall ackumulerar vegetationsperiodens nederbörd från dess början till att aktuell utvecklingsgrad har uppnåtts. Utelämnade värden (i tabellerna 4 och 5) indikerar icke signifikanta effekter.

Samtidiga resultat

I tabell 5 sammanställs resultaten från de samtidiga (multipla) skattningarna av regressorer gällande samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda (tabell 1, tabell 3). Denna tabell är dispone-

rad på samma sätt som tabell 4, och läsaren hänvisas därför till texten ovan för en detaljerad beskrivning av tabellens innehåll.

När tabellerna 4 och 5 jämförs med varandra så blir skillnaden mellan de båda sätten att skatta regressorer tydlig; i stort sett samtliga enskilda regressorer har viss betydelse för skadeomfattningens årsvisa variation, men de flesta regressorer visar sig vara korrelerade och berättar därför mer eller mindre samma sak. I tabell 5 redovisas den informationskärna där de kvarvarande regressorena är optimalt oberoende samtidigt som deras sammanlagda korrelation till responsvariabeln är optimerad. Det är endast här det går att utläsa vilka mekanismer som egentligen reglerar den årsvisa skadeomfattningen, och därmed är det här man kan lära känna "skadeslagets sanna natur". Vi ser att stora block av regressorer faller bort i en jämförelse med de enskilda skattningar som redovisas i tabell 4, där t.ex. mängden utsäde per areaenhet, bruket av pesticider, halmrester i odlingen, stråstyrka, jordart samt andra och tredje årets förkultur saknar betydelse om resultaten betraktas tvärs över samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda. Vi ser också att nederbörd är den enskilt viktigaste regressorn, tätt följd av såningsvecka, odlingsklimat och plogningsstatus.

I exemplet med bladfläcksjuka i höstveteodling blir orsakssambanden tydliga; av de potentiella regressorer som tillhandahålls i PoV-databasen utgör de relativt oberoende variablerna nederbörd, förra årets förkultur, plogningsstatus och kvävegiva per areaenhet en informationskärna som optimerar beskrivningen av den aktuella skadeomfattningens årsvisa variation. Om vi tittar i den detaljerade resultatredovisningen som ges nedan så ser vi att skadeomfattningen ökar med tilltagande nederbörd, med höstvete i förra årets förkultur (oljeväxter ser ut att hålla nere skadeomfattningen), om fältet har blivit plöjt samt med ökande kvävegiva per areaenhet (figur 3). Vidare ser vi att informationskärnan beskriver ungefär 20 % av skadeomfattningens årsvariation, vilket bör betraktas som förvånansvärt mycket med tanke på avsaknaden av en detaljerad processbeskrivning.

Den multipla GLM-modellen kan ses som ett filter där effekten av en eller flera valfria regressorer filtreras bort ur responssignalen. Kvar blir en förändrad signal, den s.k. residualen; ett exempel är den viktning som justerar originalresponserna för de olika grödsorternas känslighet för svampsjukdomar. Kvar blir en residual som angrips med den uppsättning regressorer som tillhandahålls i PoV-databasen. Om samtliga PoV-regressorer utom odlingsklimat och årtal tillåts operera på responserna så justeras denna följaktligen för olikheter m. a. p. allt utom klimat- och tidseffekter, och när den resulterande residualen plottas mot odlingsklimat och längs tidsaxeln så kan motsvarande trender analyseras (de kan inte analyseras utan sådan justering).

I fallet med bladfläcksjuka i höstveteodling (figur 5) ser vi att den residuala skadeomfattningen avtar över tid samtidigt som den beror på odlingsklimat, båda effekterna är starkt signifikanta. Bakgrunden till dessa effekter ska inte spekuleras i här, istället ska vi använda dem för att projicera in i framtiden. Vad gäller tidstrenden så är detta enkelt, den totala skadeomfattningen ser ut att avta över tid. Saken är emellertid mindre trivial i fallet med odlingsklimat, men kan analyseras om klimatförändring förutsätts. Om vi antar att odlingsklimatet blir varmare så förskjuts helt enkelt den kurva som åskådliggörs i figur 5 till vänster på klimatskalan, dvs. skadeomfattningens maxima förskjuts mot det som idag är kallare klimatzoner. I de varmaste delarna av landet, dvs. i söder där stora delar av höstveteproduktionen återfinns, ser skadeomfattningen ut att avta.

Tabell 5 ger även information angående den förklaringsgrad (R^2) som går att uppnå med de regressorer som tillhandahålls i PoV-databasen (förklaringsgraden anger hur stor andel av responsens variation som kan förklaras med regressorerna ifråga). Vi ser här att framförallt tripsangrepp är svåra att förklara, och en kvalificerad gissning är att en mera detaljerad beskrivning av övervintringsförhållan-

dena skulle påverka förklaringsgraden i positiv riktning. Då dessa uppgifter ej återfinns i PoV-databasen ska de heller inte inkluderas i föreliggande rapport. Det är emellertid viktigt att inse att vi inte är ute efter att bygga processinriktade modeller. Det går alldeles utmärkt att identifiera en regressorbas även om förklaringsgraden är låg, inte minst i de kombinationer skadegörare/gröda där stickprovsstorleken är stor. De låga förklaringsgraderna (lägre än 5 %) indikerar framförallt en avsaknad av någon fundamental variabel, det är allt. Då PoV-programmet endast samlar in data under vegetationsperiod (dvs. några få veckor per år – se figur 1) ligger det nära till hands att anta att den indikerade avsaknaden härrör från perioden utanför vegetationsperiod.

	Sens	Clim	Prec	Sow	Seed	Pest	Stra	Stren	Soil	Nitro	Pre1	Pre2	Pre3	Plou
Bf/Hv		2	1		7	4		9		6	5		8	3
Bf/Ko	*	3	1	4	5	2			8		6		7	
Bf/All	*	1	5	3	6				7	2	4	9	8	
Hbl/Ha						4						1	2	3
Hbl/Ko	-		2								4		3	1
Hbl/Vv	-	5	4	1		2				7	6	3		
Hbl/All	-		4			5				6		3	2	1
Äbl/Är	-	1			2									
Sf/Ko	*	4	1			3					2			
Sf/Rå		2	1						5		3			4
Md/Vv	*	1			3					4	2			
Md/Ko	*	3		2	5	8			4		7	6		
Md/Rå	*	1												
Sbl/Hv	-	3	1	2	6				5			8	7	4
Tr/Rå	-	2	1								3			
Tr/Rv	-		1			2						3		
Kr/Ha	-	2	4	1		3								
Br/Hv						1							2	
Antal		13	12	6	7	10	0	1	5	5	10	7	8	6
Medel		2.3	2.2	2.2	4.9	3.4		9.0	5.8	5.0	4.2	4.7	4.9	2.7

Tabell 4: Enskilt skattade regressorer gällande samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda. För varje kombination anges högsta vikt med 1 och sedan med växande nummer för fallande vikt. Med Antal räknas antalet förekomster per regressor, medan Medel anger regressornas medelvikt (lägst är viktigast).

Regressorerna är i tur och ordning sensitivity, climate, precip, sow_week, seed, pesticide, straw, strength, soil, nitro, precul1, precul2, precul3 och ploughed – se tabell 3 för förklaring. Skadegörarna är Bf = bladfläckar, Hbl = havrebladlus, Äbl = Ärtbladlus, Sf = sköldfläcksjuka, Md = mjöldagg, Sbl = sädesbladlus, Tr = trips, Kr = kronrost, Br = brunrost. Grödorna är Hv = höstvete, Ko = korn, Ha = havre, Vv = vårvete, Är = ärter, Rå = råg, Rv = rågvete. Bf/All = bladfläckar tvärsöver höstvete och korn, Hbl/All = havrebladlus tvärsöver havre, korn och vårvete.

Sortkänslighet (Sens) har undantagits rankingen eftersom den har använts som vikt vid analysen av samtliga svampsjukdomar. Om dess effekt är statistiskt signifikant så markeras detta med *.

	Sen	Cli	Pre	So	Se	Pes	Stra	Stre	Soil	Nit	Pr1	Pr2	Pr3	Plo	R ²
Bf/Hv	*		1							4	2			3	20
Bf/Ko	*		1								2				16
Bf/All	*	3	2	1						5	4				23
Hbl/Ha	-	1												2	4
Hbl/Ko	-													1	3
Hbl/Vv	-		1	2											2
Hbl/All	-		2											1	2
Äbl/Är	-	1			2										13
Sf/Ko	*	3	1								2				10
Sf/Rå		2	1												17
Md/Vv	*	1								2					12
Md/Ko	*	1							2						15
Md/Rå	*	1													3
Sbl/Hv	-	2	1												5
Tr/Rå	-		1												6
Tr/Rv	-	2	1												11
Kr/Ha	-	1		2											12
Br/Hv				1									2		14
Antal	-	11	10	4	1		0	0	1	3	4	0	1	4	
Medel	-	1.6	1.2	1.5	2.0				2.0	3.7	2.5		2.0	1.8	

Tabell 5: Samtidigt skattade regressorer gällande samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda. För varje kombination anges högsta vikt med 1 och sedan med växande nummer för fallande vikt. Med Antal räknas antalet förekomster per regressor, medan Medel anger regressornas medelvikt (lägst är viktigast).

Regressorerna är i tur och ordning sensitivity, climate, precip, sow_week, seed, pesticide, straw, strength, soil, nitro, precult1, precult2, precult3 och ploughed – se tabell 3 för förklaring. Skadegörarna är Bf = bladfläckar, Hbl = havrebladlus, Äbl = Ärtbladlus, Sf = sköldfläcksjuka, Md = mjöldagg, Sbl = sädesbladlus, Tr = trips, Kr = kronrost, Br = brunrost. Grödorna är Hv = höstvet, Ko = korn, Ha = havre, Vv = vårvete, Är = ärter, Rå = råg, Rv = rågvete. Bf/All = bladfläckar tvärsöver höstvet och korn, Hbl/All = havrebladlus tvärsöver havre, korn och vårvete.

Sortkänslighet (Sens) har undantagits rankingen eftersom den har använts som vikt vid analysen av samtliga svampsjukdomar. Om dess effekt är statistiskt signifikant så markeras detta med *.

Tidsmässiga resultat

En viktig fråga är om genomlysningen av PoV-databasen kan ge upplysningar om lämplig tidsperiod för fältprovtagningar. Eftersom ett stort antal tidsavsnitt (tabell 2) har testats för bästa statistiska effektivitet så är detta fullt möjligt; en sammanställning av effektivaste tidsavsnitt ges i tabell 6. Det visar sig att av total arton kombinationer skadegörare/gröda så erhålls i femton fall (83 %) de effektivaste resultaten om provtagningsperioden inleds vid vegetationsperiodens början (dvs. vid den

Skadegörare/gröda	Responstyp	Period-start	Period-slut
Bladfläckar/Höstvete	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Bladfläckar/Korn	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Bladfläckar/Samtliga	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Havrebladlus/Havre	Medel	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Havrebladlus/Korn	Medel	Vegetationsperiodens början	Vegetationsperiodens slut
Havrebladlus/Vårvete	Medel	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Havrebladlus/Samtliga	Medel	Vegetationsperiodens början	Vegetationsperiodens slut
Ärtbladlus/Ärter	Medel	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Sköldfläcksjuka/Korn	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Sköldfläcksjuka/Råg	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Mjöldagg/Vårvete	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Mjöldagg/Korn	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Mjöldagg/Råg	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Sädesbladlus/Höstvete	Medel	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Trips/Råg	Medel	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Trips/Rågvete	Medel	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70
Kronrost/Havre	Max	Vegetationsperiodens början	Vegetationsperiodens slut
Brunrost/Höstvete	Max	Vegetationsperiodens början	Utvecklingsstadium 70

Tabell 6: Statistiskt effektivaste tidsperiod för fältprovtagningar gällande samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda. "Responstyp" avser huruvida skadeomfattningen har beräknats som maxvärde (vid svampangrepp) eller medelvärde (vid insektsangrepp). Med "vegetationsperiodens början" och "vegetationsperiodens slut" avses den starttid och sluttid för fältprovtagningar som hittills har praktiserats i PoV-programmet.

starttid som hittills har praktiserats i PoV-programmet) och avslutas när grödan har uppnått utvecklingsstadium 70. I de tre avvikande fallen (havrebladlus på korn, havrebladlus på höstvete och korn, kronrost på havre) uppnås maximal statistisk effektivitet om data inkluderas från vegetationsperiodens början till dess slut (dvs. till den sluttid för fältprovtagningar som hittills har praktiserats i PoV-programmet). I de tre avvikande fallen är emellertid effektivitetsvinsten från utvecklingsstadium 70 till vegetationsperiodens slut marginellt, varför den allmänna rekommendationen blir att starta provtagningsperioden vid vegetationsperiodens början och avsluta när grödan befinner sig i utvecklingsstadium 70. Eftersom både periodstart och periodslut på så sätt blir beroende på odlingsklimat (snarare än av kalendertid) så introduceras en dynamik som förmår fånga skadesituationen vare sig den styrs av årliga väderförutsättningar eller globala klimatförändringar.

De resultat som redovisas i tabell 6 kan även tolkas som att det är tillräckligt att besöka odlingarna en enda gång per odlingssäsong i de fall den maximala skadeomfattningen har använts som respons (dvs. vid svampangrepp). Vid svampangrepp i de femton vanligaste fallen bör i så fall skadeomfattningen bedömas vid den tidpunkt då grödan har uppnått utvecklingsstadium 70, medan svampangrepp i de tre avvikande fallen bör bedömas vid vegetationsperiodens slut (dvs. vid den sluttid som

hittills har praktiserats i PoV-programmet). Eftersom den effektivitet som vinnas genom att vänta till vegetationsperiodens slut i de tre avvikande fallen är marginell, så blir den generella rekommendationen att vid svampangrepp bedöma skadeomfattningen när grödan har nått utvecklingsstadium 70. Vid insektsangrepp summeras i princip antalet insekter per planta vilket kräver en mera kontinuerlig närvaro i odlingen.

Provtagningsdesignen gällande svampangrepp kontrasterar ganska dramatiskt mot nuvarande rutiner, men uppfyller ändå samtliga antaganden i den årsvisa analys som redovisas här. Däremot så tappas naturligtvis information angående variationen inom odlingssäsonger, och huruvida detta är acceptabelt inom ramen för den bredare PoV-verksamheten kan inte bedömas i denna rapport.

Sammanfattande slutsatser

Vid analysen av tabell 4 och tabell 5 kan slutsatsen dras att mängden utsäde per areaenhet, närvaron av pesticider i odlingen, närvaron av halmrester i odlingen, stråstyrka, jordart samt andra och tredje årets förkultur inte spelar någon signifikant roll i förklaringen av skadeomfattningens årsvisa variation. Av dessa variabler saknar framförallt halmrester och stråstyrka relevans p. g. a. svag korrelation till responsvariablerna, medan de övriga saknar relevans p. g. a. korrelation med mera lämpliga regressorer. Om man endast såg till de kombinationer skadegörare/gröda som prioriterats i föreliggande arbete så skulle de nämnda variablerna kunna exkluderas ur PoV-övervakningen utan någon negativ effekt på förklaringsgraderna, men eftersom PoV-programmet innehåller mycket mera än dessa kombinationer bör man naturligtvis beakta det bredare scenariot innan nedskärningar görs.

Framförallt tripsangrepp saknar lämplig regressorbas i nuvarande PoV-övervakning. En gissning är att denna avsaknad går att spåra till årstid utanför PoV-programmets provtagningsperiod, t.ex. till skadegörarnas övervintringsförhållanden. En detaljerad beskrivning av övervintringsförhållandena skulle med största säkerhet påverka beskrivningen av samtliga prioriterade kombinationer skadegörare/gröda i positiv riktning.

Många prioriterade kombinationer skadegörare/gröda uppvisar statistiskt signifikanta tids- och klimattrender. Dessa redovisas nedan under rubriken "Detaljerad resultatredovisning".

Den generellt rekommenderade tidsperioden för fältprovtagningar är från början av vegetationsperiod (dvs. vid den starttid som hittills har praktiserats inom PoV-programmet) tills grödan har uppnått utvecklingsgrad 70. För årsvis analys av svampangrepp kan det vara tillräckligt att bedöma skadeomfattningen en enda gång per säsong, och då vid utvecklingsgrad 70.

Detaljerad resultatredovisning

I den detaljerade resultatredovisning som ges nedan disponeras skadegörare och grödor på samma sätt som i den sammanfattande resultatredovisningen (tabell 4, tabell 5), dvs. med skadegörare som första sorteringsnyckel och med gröda som andra. I den första kombinationen skadegörare/gröda, dvs. bladfläckar på höstvetete, ges en fylligare text än i redovisningen av påföljande kombinationer. Detta görs för att redovisa de metoder och tankesätt som har tillämpats tvärs igenom materialet, vilket innebär att de läsare som har specialintressen vid sidan av bladfläcksjuka i höstveteadling eventuellt bör läsa den första redovisningen för att lära sig jargong och nomenklatur.

Bladfläckar

Höstvete

Enskilda resultat

Av de responser som redovisas i tabell 2 har Value_max_70 (skadeomfattningens maxvärde vid utvecklingsstadium 70) bäst prestanda och matchas mot Precip_70, dvs. den ackumulerade nederbörden vid utvecklingsstadium 70. Givet dessa variabler så fördelar sig de enskilda resultaten så som illustreras i tabell 7.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Sensitivity	0.46	1	5151	0.498	
Climate	30.4	5	3415	0.001	***
Precip_sum_70	44.9	2	3571	0.001	***
Sow_week	2.01	2	4192	0.081	**
Seed	2.57	8	3172	0.009	***
Pesticide	16.5	1	5150	0.001	***
Straw	2.80	2	880	0.061	**
Strength	3.57	2	450	0.030	**
Soil	0.67	6	4274	0.675	
Nitro	7.24	10	3047	0.001	***
Precult1	10.8	15	4738	0.001	***
Precult2	1.55	16	4226	0.074	*
Precult3	1.63	20	2853	0.038	**
Ploughed	19.7	1	2568	0.001	***

Tabell 7: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av bladfläckar på höstvete kan rankas: nederbörd, klimat, huruvida fältet har plöjts, närvaron av pesticider, förra årets val av gröda, kvävegivans storlek, och så vidare i enlighet med F -testets prob-värde och styrka. Den slutsats som kan dras är att det mesta spelar roll, vilket ungefär motsvarar vad som kan förväntas i ett så väldigt komplext scenario.

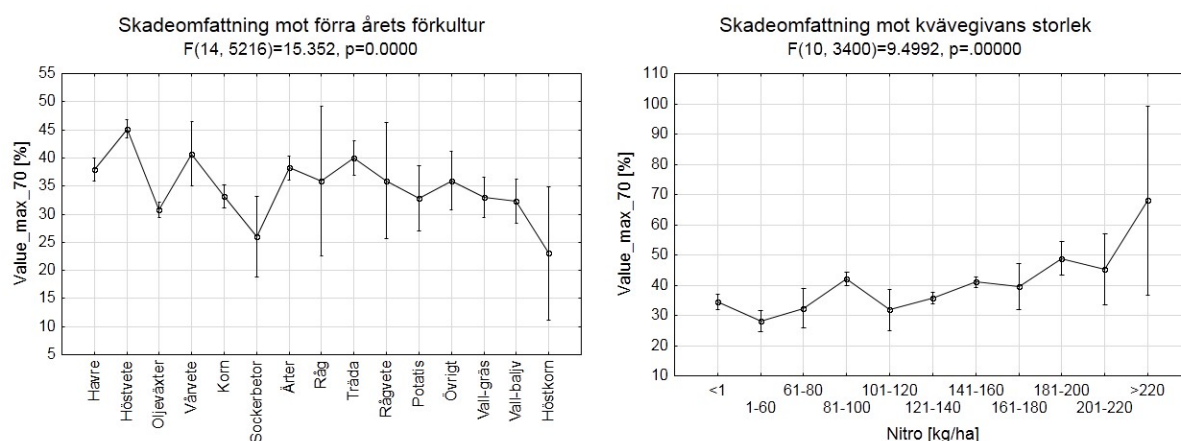
Multipla resultat

Nästa fråga rör regressormatrisens korrelationsstruktur, dvs. vilka av de regressorer som rankas i tabell 7 som är överflödiga i en multipel (samtidig) beskrivning av responsens variation. När NIPALS appliceras för att samtidigt exponera samtliga regressor mot responsen så kan regressorbasens dimensionalitet och enskilda regressorers vikt listas enligt tabell 8.

Den erforderliga basens dimensionalitet skattas till 3 eller 5 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 8, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder *nederbörd, förra årets förkultur och närvaron av pesticider* för att beskriva variationen i bladfläcksjuka observerad på höstvete. Eventuellt kan information angående *fältets plogningsstatus, kvävegivans storlek* och *växtodlingszon/klimatzon* adderas till den tredimensionella förklaringskärnan.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Precip_sum_70	0.64	0.64	1	1
Precult1 (höstvet)	0.27	0.27	2	2
Pesticide	0.21	0.21	3	3
Precult1 (oljevaxter)	0.20	0.20	2	4
Ploughed	0.20	0.20	4	5
Nitro	-	0.16	5	6
Climate	-	0.13	6	7

Tabell 8: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.



Figur 3: Skadeomfattning mot Precult1 (v.) och Nitro (h.). I Precult1 korrelerar variationen emellan höstvet och oljevaxter med observerad skadeomfattning. Dessutom ser sockerbetor och höstkorn i förra årets förkultur ut att reducera skadeomfattningen, där effekten av den sistnämnda är osäker på grund av få observationer.

Vad gäller de exakta effekterna så tilltar skadeomfattningen med ökande nederbörd, om höstvet har odlats som förfrukt, om fältet har blivit plöjt, och med kvävegivans storlek (figur 3). Oljevaxter i förra årets kultur samt bruket av pesticider reducerar skadans omfattning.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av bladfläcksangrepp på höstvet så exponeras samtliga regressorer i tabell 8 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 9:

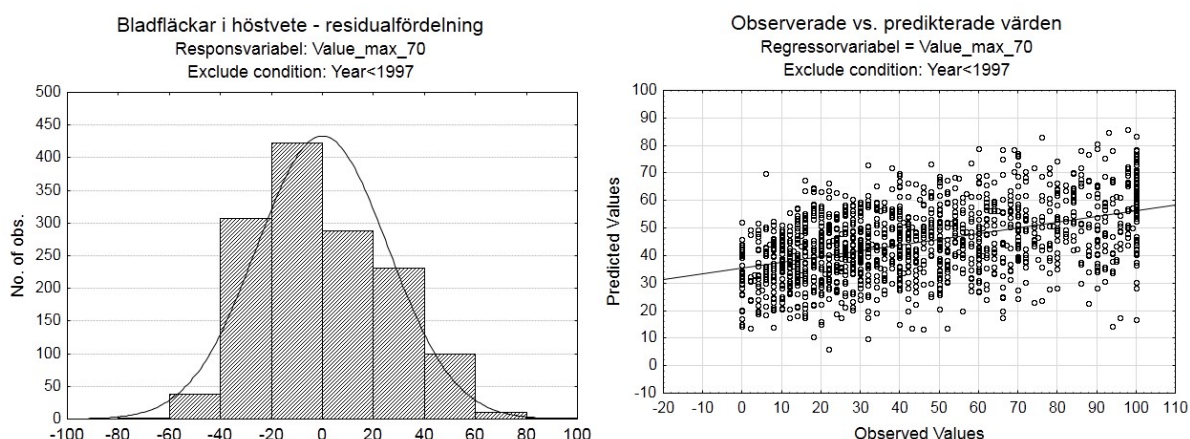
Regressor	p (<i)
Precip_sum_70	0.001
Precult1	0.001
Ploughed	0.003
Nitro	0.001
Sensitivity	0.001

Tabell 9: Slutgiltig regressorbas för bestämning av bladfläckar i höstvet. Pesticide och Climate har utelämnats, medan Sensitivity har adderats i jämförelse med tabell 8.

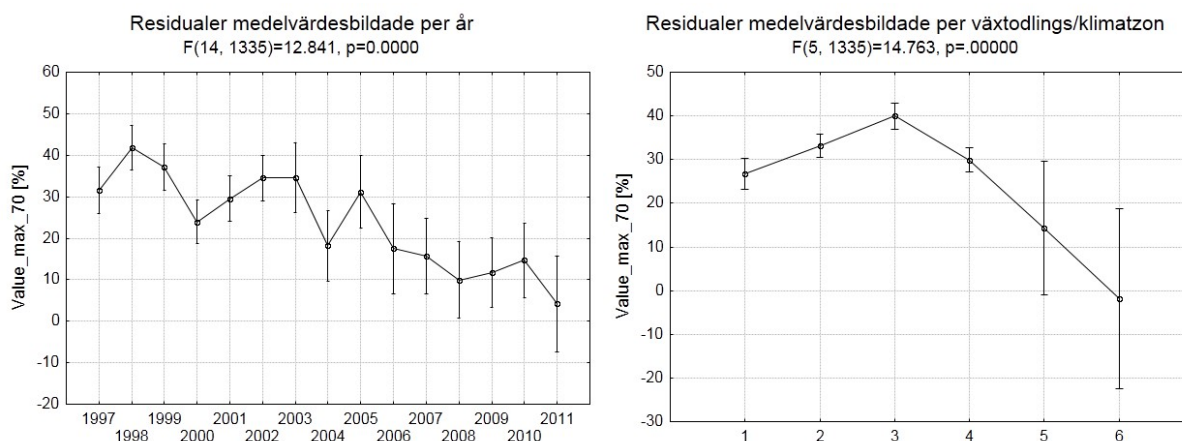
Den resulterande modellen förklarar ungefär 20 % av den variation som observerats i responsen, där $F(28, 1370) = 12.9$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott (figur 4).

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer först filteras bort. Det är just det som har gjorts med den modell som redovisas i tabell 9 – det som blir kvar när regressorbasen har applicerats på responsen är den residual som redovisas i figur 4. När residualen plottas längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna så erhålls figur 5. Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen återstår en signifikant avtagande tidstrend ($F > 12.8$, $p < 0.001$) och att det föreligger en statistiskt signifikant struktur över växtodlings/klimatzoner ($F > 14.7$, $p < 0.001$). Om en rät linje anpassas till tidstrenden så skattas regressionskoefficienterna till intercept = 4346 och lutning = -2.15. Båda koefficienterna är signifikant skilda från noll, och den resulterande residualen har utmärkta egenskaper.



Figur 4: I modell enligt tabell 9 är residualfördelningen utmärkt symmetrisk (v.) och homogen (h.)



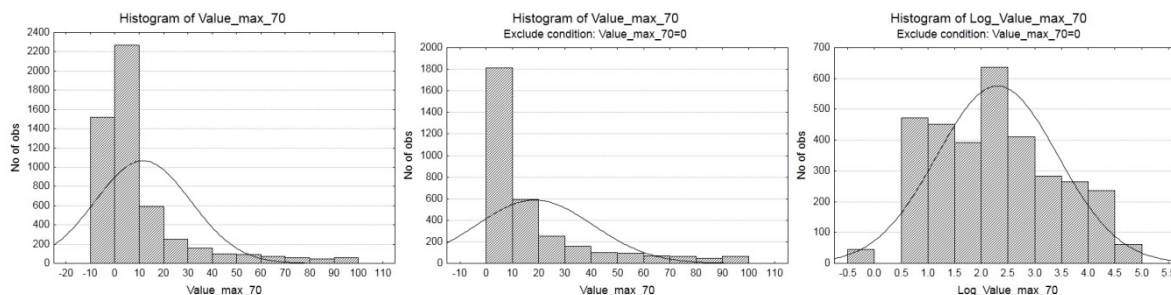
Figur 5: Tidstrend (v.) och klimateffekt (h.) gällande bladfläcksjuka i höstvete. Medelvärdet i Value_max_70 för perioden 1997-2011 (39.3 %) har adderats till de primära residualerna (som illustreras i figur 4).

Korn

Enskilda resultat

Bladfläcksjuka i kornodling är en betydligt svårare respons att modellera än omfattningen av bladfläcksjuka i höstveteodling. Anledningen till detta är att en betydande andel av de observerade kornodlingarna inte uppvisar något bladfläckangrepp alls, och därför representeras med siffran noll. Den primära responsens fördelning domineras därför av utfallet noll, varpå övriga utfall ligger starkt skev-

fördelade åt höger (figur 6). Detta är en i stort sett omöjlig fördelning att hantera i statistisk analys, varför fält som saknar angrepp har uteslutits. Därpå har en logaritmisk transformation av Value_max_70 (Log_Value_max_70) visat sig vara bäst lämpad att matchas mot regressorerna. Nederbörd representeras av Precip_sum_70. De enskilda resultaten av denna matchning presenteras i tabell 10.



Figur 6: Histogram avseende Value_max_70; samtliga värden (v.), nollor uteslutna (mitt) och logaritmerad fördelning med nollor uteslutna (h.).

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Sensitivity	17.8	1	2238	0.001	***
Climate	9.25	5	1783	0.001	***
Precip_sum_70	32.1	1	1314	0.001	***
Sow_week	7.64	2	1766	0.001	***
Seed	4.56	5	1256	0.001	***
Pesticide	14.3	1	2237	0.001	***
Straw	0.49	2	227	0.611	
Strength	0.29	2	199	0.746	
Soil	2.16	6	1839	0.044	**
Nitro	1.09	9	1238	0.367	
Precult1	3.90	15	1993	0.001	***
Precult2	1.63	15	1799	0.060	*
Precult3	1.91	18	1120	0.013	***
Ploughed	1.25	1	1019	0.263	

Tabell 10: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

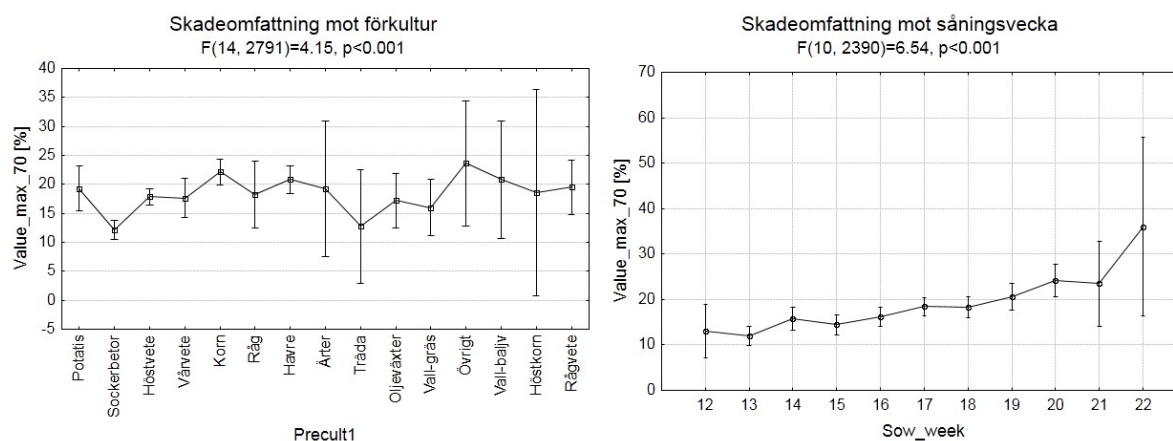
Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av bladfläckar på korn kan rankas: nederbörd, känslighet, såningsvecka, klimat och så vidare i enlighet med F -testets prob-värde och styrka. Vad gäller de exakta effekterna så ökar skadeomfattningen med ökad nederbörd och med ökad sortkänslighet. Vidare varierar skadeomfattningen med förkultur och såningsvecka enligt figur 7, där skadeomfattningen ser ut att vara minimal om sockerbetor har odlats som förkultur.

Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 5 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 11, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder nederbörd, sortkänslighet, odlingsklimat och förkultur för att beskriva variationen i bladfläcksjuka observerad på korn. Eventuellt kan information angående såningsvecka adderas till den tvådimensionella (sortkänslighet undantaget) förklaringskärnan.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Precip_sum_70	0.53	0.53	1	1
Sensitivity	0.31	0.31	2	2
Climate	0.24	0.24	3	3
Precult1 (sockerbetor)	-	0.21	4	4
Precult3 (våraps)	-	0.17	5	5
Sow_week	-	0.17	6	6

Tabell 11: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.



Figur 7: Skadeomfattning gällande bladfläckar i kornodling mot Precult1 (v.) och Sow_week (h.). F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas. Enskilda resultat.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av bladfläckangrepp på korn så exponeras samtliga regressorer i tabell 11 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 12:

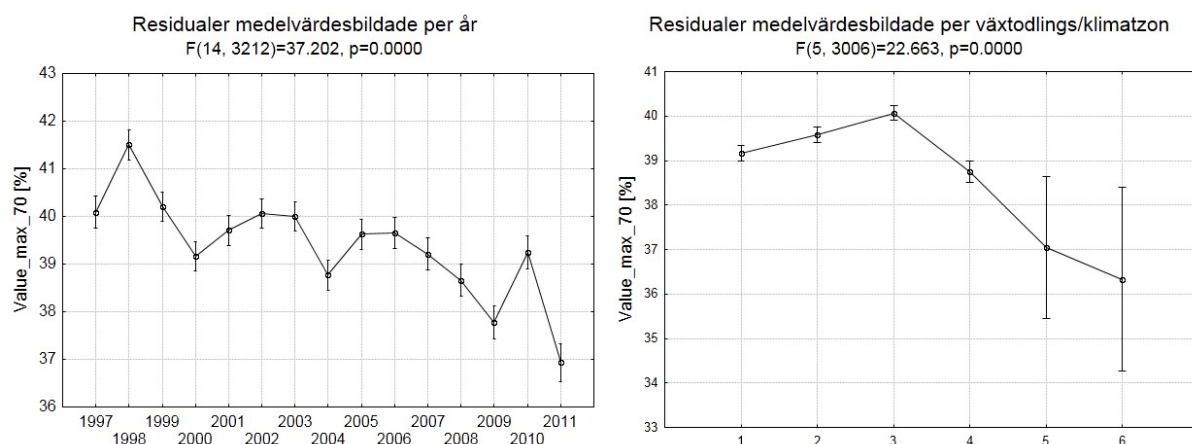
Regressor	p (<i>i</i>)
Precip_sum_70	0.001
Precult1	0.001
Sensitivity	0.003

Tabell 12: Slutgiltig regressorbas för bestämning av bladfläckar i korn.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 12 förordrar en tredimensionell lösning av enkelt slag – nederbörd, förkultur och sortkänslighet reglerar förekomsten av bladfläckar i kornodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 16 % av den variation som observerats i responsen, där $F(17, 2994) = 34.8$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Det är just det som har gjorts med den modell som redovisas i tabell 11 – när den resulterande residualen plottas längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna så erhålls figur 8. Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen återstår en signifikant avtagande tidstrend ($F>37.2$, $p<0.001$). När denna trend skattas med linjär regression så erhålls intercept = 397 och lutning -0.179. Skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är starkt signifikanta ($F>22.6$, $p<0.001$).



Figur 8: Tidstrend (v.) och klimateffekt (h.) gällande bladfläckangrepp i korn. Medelvärde i Value_max_70 för perioden 1988-2011 (39.5 %) har adderats till de primära residualerna (som illustreras i figur 8). Enskilda resultat.

Höstvete och korn

Enskilda resultat

Här analyseras effekten av bladfläcksjuka tvärs över grödorna höstvete och korn. Fält som saknar bladfläcksjuka har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_max_70 (Log_Value_max_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 13. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av bladfläcksjuka på höstvete och korn kan rankas: sort-känslighet, odlingsklimat, kvävegiva, förkultur, nederbörd, utsädesmängd, osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Regressor	F(v_1, v_2)	v_1	v_2	p (<i>i</i>)	Styrka
Sensitivity	43.7	1	6497	0.001	***
Climate	29.6	5	4473	0.001	***
Precip_sum_70	17.8	2	4135	0.001	***
Sow_week	24.7	2	5222	0.001	***
Seed	13.2	9	3839	0.001	***
Pesticide	3.15	1	6496	0.077	*
Straw	2.38	2	946	0.094	*
Strength	2.61	2	391	0.075	*
Soil	6.89	6	5358	0.001	***
Nitro	29.4	10	3709	0.001	***
Precult1	21.3	15	5936	0.001	***
Precult2	2.22	16	5282	0.004	***
Precult3	3.06	21	3433	0.001	***
Ploughed	0.21	1	3119	0.648	

Tabell 13: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F-fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

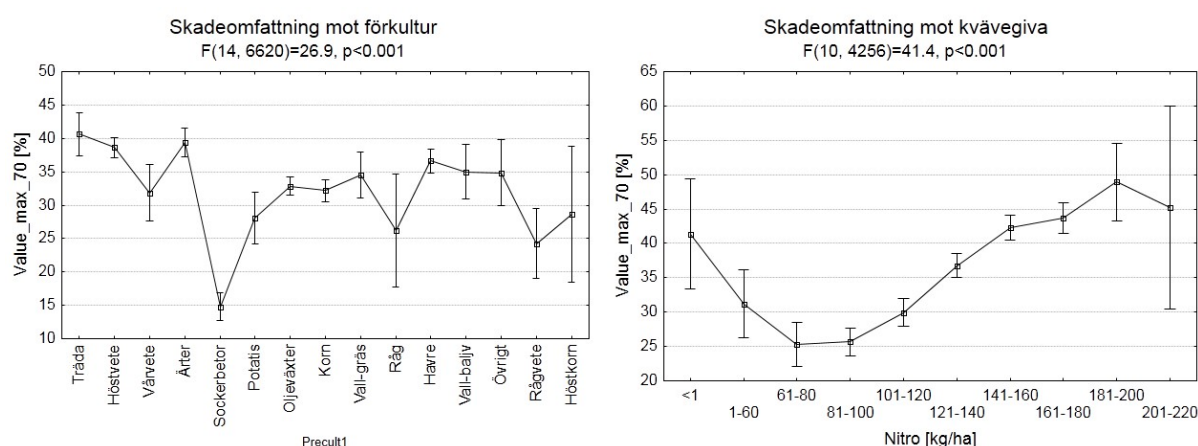
Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 3 eller 5 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 14, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder såningsvecka, nederbörd och förkultur för att beskriva variationen i bladfläcksjuka

observerad tvärs över höstvet och korn. Eventuellt kan kvävegiva och klimat läggas till den tredimensionella förklaringskärnan. Vad gäller de exakta effekterna så ser omfattningen av bladfläcksjuka tvärsöver höstvet och korn ut att tillta med ökande såningsvecka medan effekten av förkultur och kvävegiva framgår i figur 9.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Sow_week	0.47	0.47	1	1
Precip_sum_70	0.41	0.41	2	2
Precult1 (sockerbetor)	0.25	0.25	3	3
Nitro	-	0.24	4	4
Climate	-	0.21	5	5

Tabell 14: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.



Figur 9: Skadeomfattning gällande bladfläcksjuka observerad tvärsöver höstvet och korn mot Precult1 (v.) och Nitro (h.). F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av bladfläcksjuka tvärsöver höstvet och korn så exponeras samtliga regressorer i tabell 14 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 15. En femdimensionell lösning förordas – *nederbörd, såningsvecka, odlingsklimat, förkultur och kvävegiva* reglerar förekomsten av bladfläcksjuka tvärsöver höstvet och korn (sortkänslighet fungerar som vikt). Den resulterande modellen förklarar ungefär 23 % av den variation som observerats i responsen, där $F(33, 1660) = 16.4$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

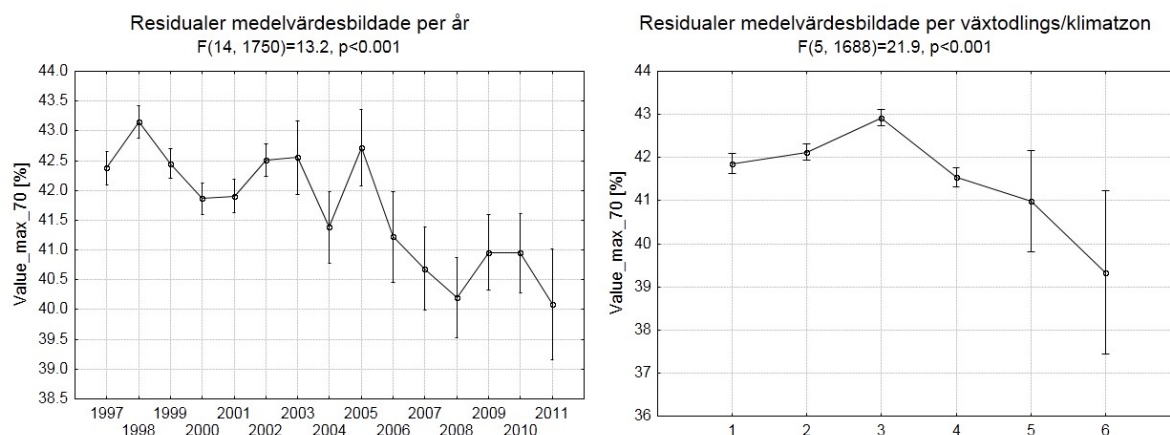
Regressor	p (<i>i</i>)
Precip_sum_70	0.001
Sow_week	0.001
Sensitivity	0.001
Climate	0.001
Precult1	0.001
Nitro	0.001

Tabell 15: Slutgiltig regressorbas för bestämning av bladfläcksjuka tvärsöver höstvet och korn.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 15, och

plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 10). Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen återstår en avtagande tidstrend [$F(14, 1750) > 13.2$, $p < 0.001$] medan klimateffekten är mera komplex [$F(5, 1688) > 21.9$, $p < 0.001$].



Figur 10: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande bladfläcksjuka tvärsöver höstvetete och korn. Medelvärde i Value_max_70 för perioden 1997-2011 (42.2 %) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Havrebladlus

Havre

Enskilda resultat

Fält som saknar bladlusangrepp har uteslutits ur analysen varpå en Box-Cox-tranformerad Value_ave_70 (T_Value_ave_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 16.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Climate	1.75	5	1233	0.121	
Precip_sum_70	0.00	1	900	0.951	
Sow_week	1.06	1	2090	0.304	
Seed	1.13	8	1784	0.338	
Pesticide	3.86	1	2614	0.049	**
Straw	0.51	2	602	0.601	
Strength	2.24	2	249	0.108	
Soil	0.93	6	2102	0.477	
Nitro	1.21	9	1712	0.286	
Precult1	1.14	15	2246	0.320	
Precult2	2.30	15	2101	0.003	***
Precult3	2.19	18	1584	0.003	***
Ploughed	1.75	1	795	0.007	***

Tabell 16: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av havrebladlus på havre kan rankas: förkultur, plogningsstatus och pesticidanvändning i enlighet med F -testets prob-värde och styrka.

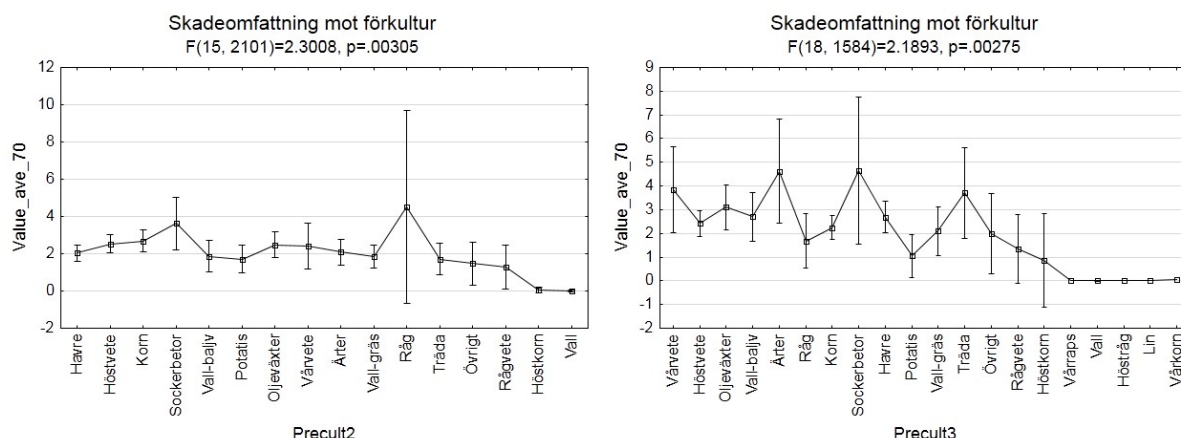
Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 1 eller 4 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 17, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder plogningsstatus för att beskriva variationen i havrebladlusangrepp observerad på havre. Eventuellt kan information angående klimat och förkultur adderas till den endimensionella förklaringskärnan.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Ploughed (ja)	0.31	0.31	1	1
Ploughed (nej)	0.31	0.31	1	2
Climate	-	0.24	2	3
Precult3 (gräsvall)	-	0.24	3	4
Precult2 (sockerbetor)	-	0.23	4	5

Tabell 17: Regressorens betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

Vad gäller de exakta effekterna så korrelerar plogningsstatus med responsen på så sätt att skadeomfattningen är signifikant högre i plöjda odlingar än i de som inte plöjs. Vidare så finns det en tendens mot ökande skadeomfattning med kallare odlingsklimat samt en signifikant effekt av förkultur enligt figur 11.



Figur 11: Skadeomfattning gällande havrebladlus i havreodling mot Precult2 (v.) och Precult3 (h.). F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av bladfläcksangrepp på höstvet så exponeras samtliga regressorer i tabell 17 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 18:

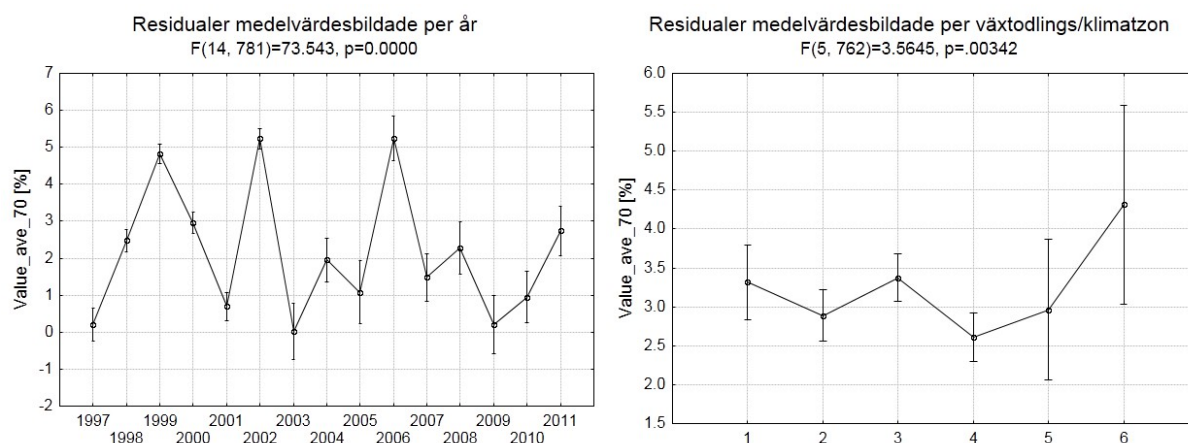
Regressor	p (<i>i</i>)
Climate	0.004
Ploughed	0.018

Tabell 18: Slutgiltig regressorbas för bestämning av havrebladlus i havre.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 18 förordar en tvådimensionell lösning av enkelt slag – plogningsstatus och odlingsklimat reglerar förekomsten av havrebladlus i havreodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 4 % av den variation som observerats i responsen, där $F(6, 644) = 4.08$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 17, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 12).



Figur 12: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande havrebladlus i havreodling. Medelvärdet i Value_ave_70 för perioden 1997-2011 (2.73 st./strå) har adderats till de primära residualerna (som illustreras i figur 17). Enskilda resultat.

Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen knappast återstår någon tidstrend även om F-testet indikerar signifikanta skillnader i medelvärde från ett år till ett annat ($F > 73.5$, $p < 0.001$). Skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är statistiskt signifikanta ($F > 3.5$, $p < 0.004$).

Korn

Enskilda resultat

Fält som saknar bladlusangrepp har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_ave_all (Log_Value_ave_all) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_all, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 19.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Climate	1.18	5	1418	0.317	
Precip_sum_all	8.48	1	1007	0.004	***
Sow_week	0.92	1	1553	0.338	
Seed	0.84	6	1170	0.536	
Pesticide	0.34	1	2181	0.559	
Straw	0.07	2	183	0.933	
Strength	0.00	1	87	0.951	
Soil	1.90	6	1632	0.078	*
Nitro	0.93	8	1125	0.494	
Precult1	1.74	15	1746	0.038	**
Precult2	1.56	15	1575	0.078	*
Precult3	1.71	18	990	0.033	**
Ploughed	9.11	1	725	0.003	***

Tabell 19: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av havrebladlus på korn kan rankas: plogningsstatus, nederbörd, förkultur och jordart i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

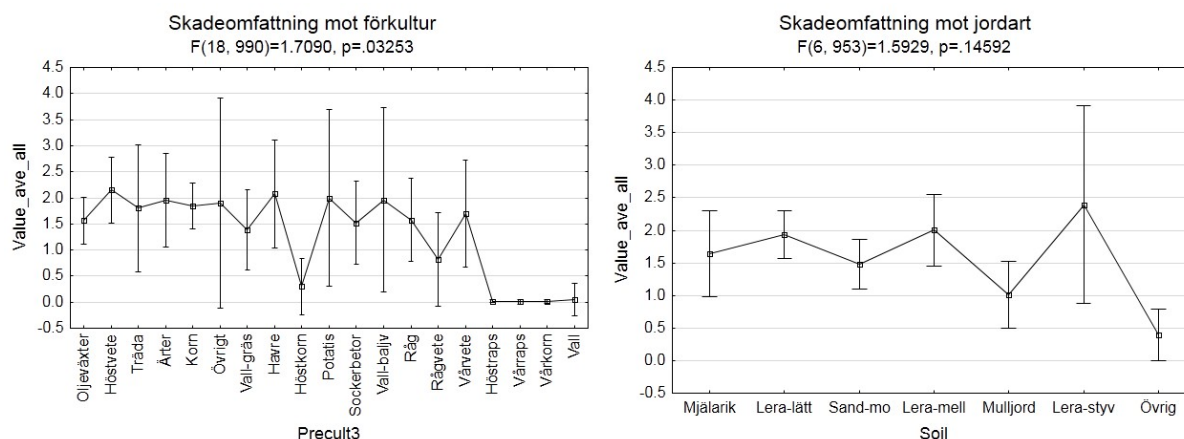
Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 1 eller 4 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 20, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder plogningsstatus för att beskriva variationen i havrebladlusangrepp observerad på korn. Eventuellt kan information angående förkultur och jordart adderas till den endimensionella förklaringskärnan.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Ploughed (ja)	0.31	0.33	1	1
Ploughed (nej)	0.31	0.33	1	2
Precult3 (höstraps)	0.27	0.26	2	3
Precult3 (vårkorn)	0.26	0.22	2	4
Precult3 (våraps)	0.22	0.21	2	5
Precult1 (sockerbetor)	-	0.22	3	6
Soil (lera – lätt)	-	0.20	4	7

Tabell 20: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

Vad gäller de exakta effekterna så korrelerar plogningsstatus med responsen på så sätt att skadeomfattningen är signifikant högre i plöjda odlingar än i de som inte plöjs. Vidare så finns det en signifikant effekt av förkultur och jordart (tendens) enligt figur 13. Den lägre skadeomfattningen i förkulturen höstraps, vårkorn och våraps är osäker på grund av få observationer.



Figur 13: Skadeomfattning gällande havrebladlus i kornodling mot Precult3 (v.) och Soil (h.). F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av bladfläcksangrepp på höstvetete så exponeras samtliga regressorer i tabell 20 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 21:

Regressor	p (<i>i</i>)
Ploughed	0.003

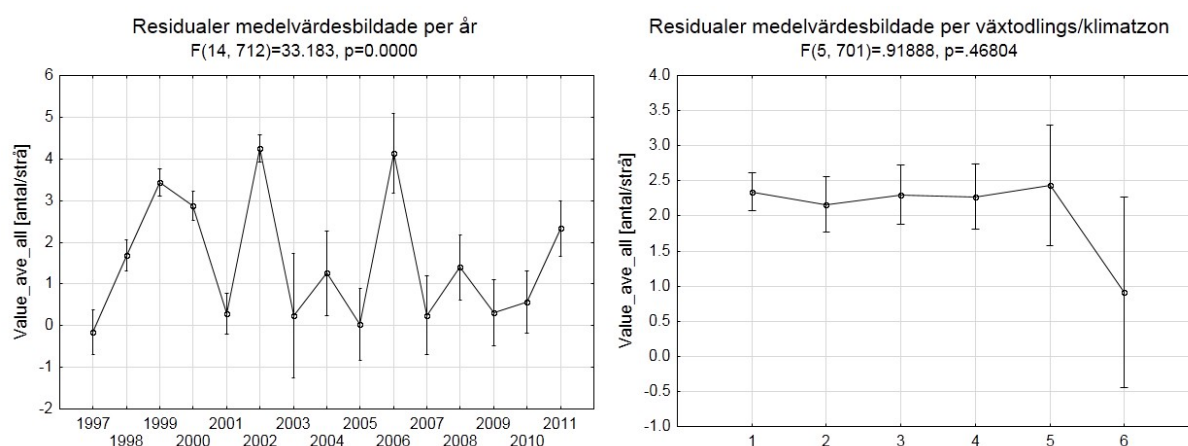
Tabell 21: Slutgiltig regressorbas för bestämning av havrebladlus i korn.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 21 förordrar en endimensionell lösning av enkelt slag – *plogningsstatus* reglerar förekomsten av havrebladlus i kornodling [$F(1, 725) = 9.11, p < 0.003$]. Den resulterande modellen förklarar ungefär 3 % av den variation som observerats i responsen. Modell-residualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att plotta residualen från den regressorbas som presenteras i tabell 21 längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 14).

Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen knappast återstår någon tidstrend även om F-testet indikerar signifikanta skillnader i medelvärde från ett år till ett annat ($F > 33.1, p < 0.001$). Skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är ej statistiskt signifikanta ($F > 0.91, p < 0.468$).



Figur 14: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande havrebladlus i kornodling. Medelvärdet i Value_ave_all för perioden 1997-2011 (2.29 st./strå) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Vårvete

Enskilda resultat

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (< \alpha)$	Styrka
Climate	3.00	5	504	0.012	***
Precip_sum_70	8.54	1	326	0.004	***
Sow_week	22.4	1	764	0.001	***
Seed	1.85	8	639	0.067	*
Pesticide	13.2	1	1043	0.001	***
Straw	0.78	2	212	0.458	
Strength	1.62	1	106	0.207	
Soil	0.61	6	762	0.721	
Nitro	1.96	8	585	0.050	**
Precult1	1.73	15	818	0.041	**
Precult2	2.44	15	752	0.002	***
Precult3	0.93	16	546	0.535	
Ploughed	0.00	1	276	0.945	

Tabell 22: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Fält som saknar angrepp av havrebladlus har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_ave_70 (Log_Value_ave_all) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 22. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av havrebladlus på vårvete kan rankas: såningsvecka, närvaro av pesticider, nederbörd, odlingsklimat, förkultur osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

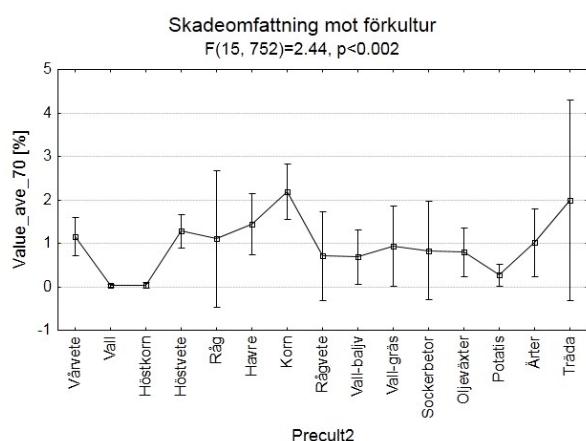
Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 4 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 23, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder såningsvecka och nederbörd för att beskriva variationen i havrebladlusangrepp observerad på vårvete. Eventuellt kan information angående pesticider, förkultur och odlingsklimat adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Sow_week	0.30	0.30	1	1
Precip_sum_70	0.29	0.33	2	2
Pesticide	-	0.29	(3)	3
Precult2 (korn)	-	0.29	4	4
Climate	-	0.20	5	5

Tabell 23: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

Vad gäller de exakta effekterna så avtar skadeomfattningen med ökande såningsvecka och med ökande nederbörd. Vidare är skadeomfattningen signifikant högre om korn har odlats som förfrukt (figur 15).



Figur 15: Skadeomfattning gällande havrebladlus i vårveteodling mot Precult2. F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av havrebladlus på vårvete så exponeras samtliga regressorer i tabell 23 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 24:

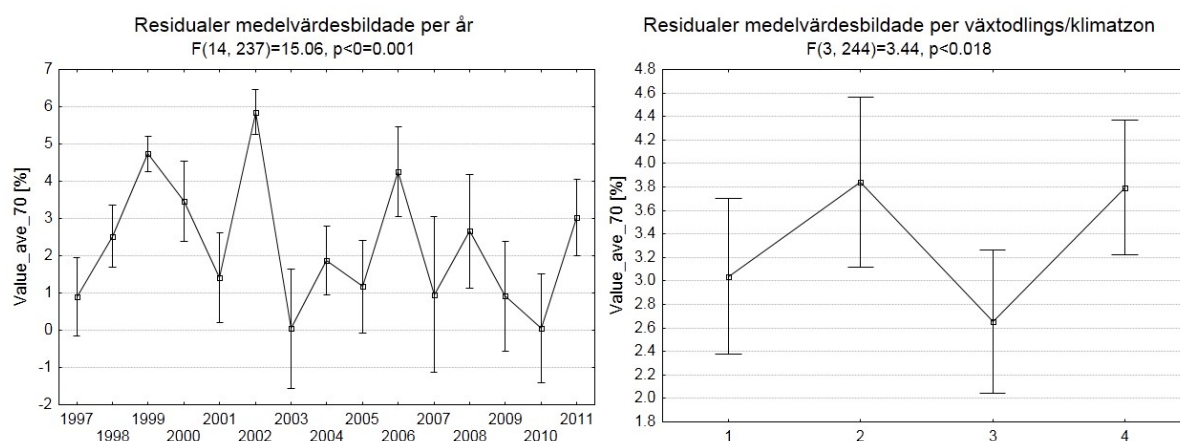
Regressor	p (<i>i</i>)
Precip_sum_70	0.068
Sow_week	0.100

Tabell 24: Slutgiltig regressorbas för bestämning av havrebladlus i vårvete.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 24 förordar en tvådimensionell lösning av enkelt slag – *nederbörd och såningsvecka* reglerar förekomsten av havrebladlus i vårveteodling. Den resulterande modellen förklarar endast 2 % av den variation som har observerats i responsen, där $F(2, 249) = 3.55$, $p < 0.031$. Modellresidualens utseende är tillräckligt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att plotta residualen från den regressorbas som presenteras i tabell 24 längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 16). Det kan konstateras att det efter kompensering för regressorbasen knappast återstår någon tidstrend även om F-testet indikerar signifikanta skillnader i medelvärde från ett år till ett annat ($F > 15.0$, $p < 0.001$). Skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är statistiskt signifikanta ($F > 3.44$, $p < 0.018$).



Figur 16: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande havrebladlus i vårveteodling. Medelvärdet i Value_ave_70 för perioden 1997-2011 (1.96 st./strå) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Havre, korn och vårvete

Enskilda resultat

Fält som saknar angrepp av havrebladlus har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_ave_all (Log_Value_ave_all) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_all, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 25. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av havrebladlus tvärsöver havre, korn och vårvete kan rankas: plogningsstatus, förkultur, nederbörd, kvävegiva osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 5 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 26, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder plogningsstatus och förkultur för att beskriva variationen i havrebladlusangrepp tvärsöver havre, korn och vårvete. Eventuellt kan information angående nederbörd och jordart adde-

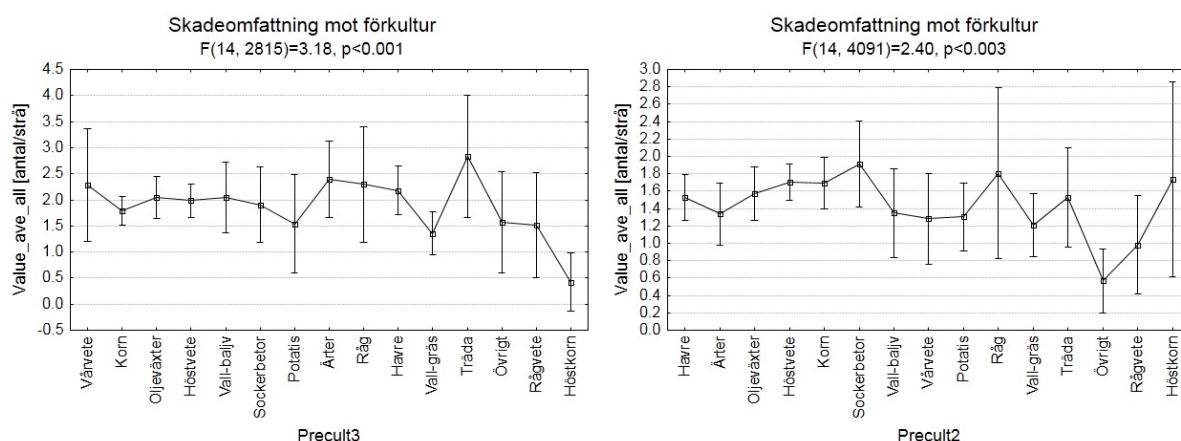
ras till den tvådimensionella förklaringskärnan. Vad gäller de exakta effekterna så avtar skadeomfattningen med ökad nederbörd och på oplöjda fält, medan effekterna av förkultur framgår i figur 17.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Climate	1.01	5	3011	0.409	
Precip_sum_all	7.06	1	2123	0.008	***
Sow_week	0.37	1	4044	0.541	
Seed	1.43	9	3240	0.170	
Pesticide	5.68	1	5348	0.018	***
Straw	1.12	2	854	0.326	
Strength	0.25	2	375	0.777	
Soil	1.93	6	4151	0.073	*
Nitro	2.20	9	3112	0.020	***
Precult1	1.66	14	4458	0.051	*
Precult2	2.63	15	4095	0.001	***
Precult3	3.38	20	2829	0.001	***
Ploughed	16.6	1	1682	0.001	***

Tabell 25: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Ploughed	0.37	0.36	1	1
Precult3 (vall-gräs)	0.28	0.28	2	2
Precip_sum_all	-	0.19	3	3
Pesticide	-	0.19	(4)	4
Precult2 (sockerbetor)	-	0.18	5	5
Soil (lera-lätt)	-	0.15	6	6

Tabell 26: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.



Figur 17: Skadeomfattning gällande havrebladlus tvärsöver havre, korn och vårve mot Precult3 (v.) och Precult2 (h.). F -testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av havrebladlusangrepp tvärsöver havre, korn och vårve så exponeras samtliga regressorer i tabell 26 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows C_p , där resultaten åskådliggörs i tabell 27. Vi drar slutsatsen att en tvådimensionell lösning av enkelt slag förordas – *plogningsstatus* och *nederbörd* reglerar förekomsten av havre-

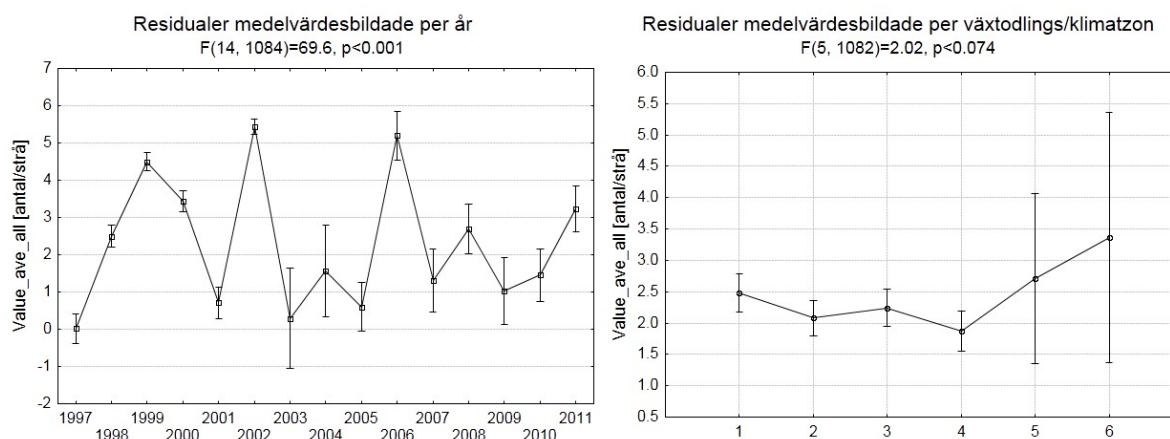
bladlus tvärsöver havre, korn och vårvete. Den resulterande modellen förklarar ungefär 2 % av den variation som har observerats i responsen, där $F(2, 1096) = 11.1$, $p < 0.001$. Modellresidualens utseende är mycket gott.

Regressor	p (<i>)
Ploughed	0.001
Precip_sum_all	0.032

Tabell 27: Slutgiltig regressorbas för bestämning av havrebladlus tvärsöver havre, korn och vårvete.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att plotta residualen från den regressorbas som presenteras i tabell 27 längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 18). Det kan konstateras att det efter kompensering för regressorbasen knappast återstår någon tidstrend även om F-testet indikerar signifikanta skillnader i medelvärde från ett år till ett annat ($F > 69.6$, $p < 0.001$). Skillnaderna emellan växtodlings/klimatzon är knappast signifikanta ($F > 2.02$, $p < 0.074$).



Figur 18: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande havrebladlus tvärsöver havre, korn och vårvete. Medelvärdet i Value_ave_70 för perioden 1997-2011 (2.2 st./strå) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Ärtbladlus

Ärter

Enskilda resultat

Fält som saknar angrepp av ärtbladlus har utesluts ur analysen, varpå en logaritmerad Value_ave_70 (Log_Value_ave_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 28. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av ärtbladlus på ärter kan rankas: odlingsklimat, utsädesmängd, jordart osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 3 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 29, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder odlingsklimat och utsädesmängd för att beskriva variationen i ärtbladlusangrepp observerad på ärter. Eventuellt kan information angående jordart adderas till den tvådimensionella

förklaringskärnan. Vad gäller de exakta effekterna så avtar skadeomfattningen med utsädesmängd medan den varierar med jordart (figur 19).

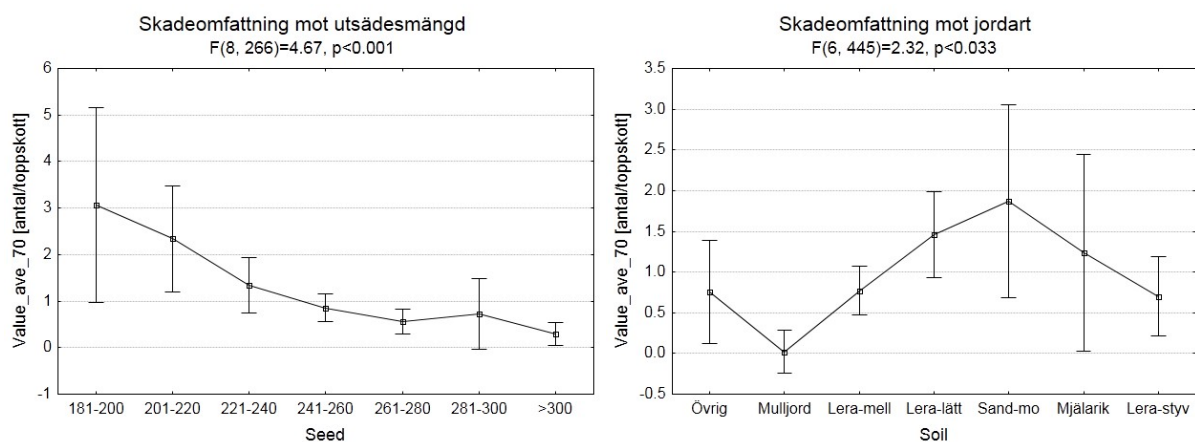
Regressor	F(v_1, v_2)	v_1	v_2	p (<i>i</i>)	Styrka
Climate	18.3	3	517	0.001	***
Precip_sum_70	0.22	1	396	0.643	
Sow_week	2.58	1	397	0.110	
Seed	3.74	8	253	0.001	***
Pesticide	-	-	-	-	-
Straw	0.86	2	27	0.435	
Strength	-	-	-	-	-
Soil	1.98	6	423	0.067	*
Nitro	-	-	-	-	-
Precult1	1.38	13	462	0.166	
Precult2	1.23	15	393	0.245	
Precult3	1.22	15	223	0.256	
Ploughed	1.37	1	269	0.243	

Tabell 28: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Climate	0.51	0.50	1	1
Seed	0.34	0.34	2	2
Soil (lera-mellan)	-	0.29	3	3

Tabell 29: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av ärtbladlusangrepp på ärter så exponeras samtliga regressorer i tabell 29 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 30. Vi drar slutsatsen att en tvådimensionell lösning av enkelt slag förordas – *odlingsklimat och utsädesmängd* reglerar förekomsten av ärtbladlus i ärtodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 13 % av den variation som har observerats i responsen, där $F(9, 252) = 5.20$, $p < 0.001$. Modellresidualens utseende är mycket gott.



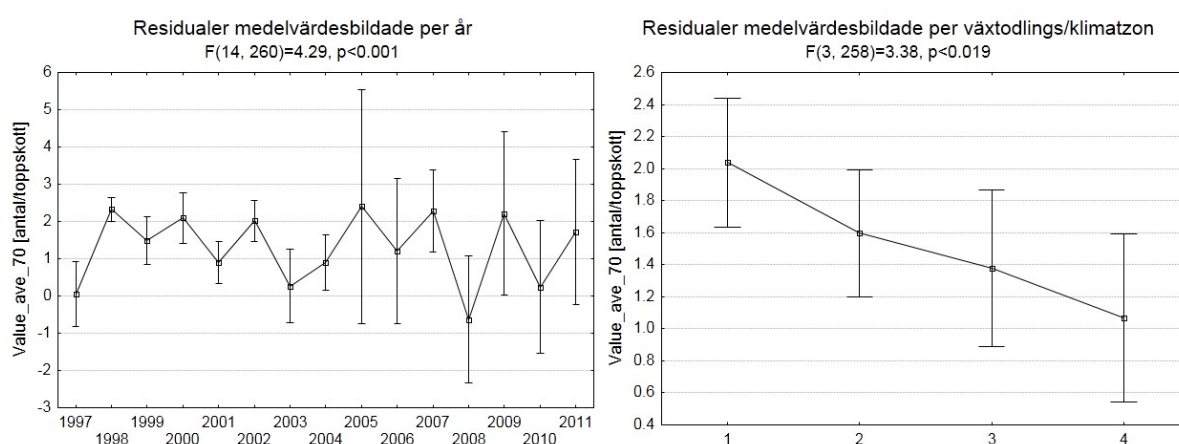
Figur 19: Skadeomfattning gällande ärtbladlus i ärtodling mot Seed (v.) och Soil (h.). F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

Regressor	p (<i>i</i>)
Climate	0.001
Seed	0.032

Tabell 30: Slutgiltig regressorbas för bestämning av ärtbladlus i ärter.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 30 och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 20). Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen knappast återstår någon tidstrend även om F-testet indikerar signifikanta skillnader i medelvärde från ett år till ett annat ($F > 4.29$, $p < 0.001$). Vidare föreligger en signifikant trend där skadeomfattningen avtar starkt med ökande växtodlings/klimatzon ($F > 3.38$, $p < 0.019$).



Figur 20: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande ärtbladlus i ärtodling. Medelvärdet i Value_ave_70 för perioden 1997-2011 (1.58 st./toppskott) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Sköldfläcksjuka

Korn

Enskilda resultat

Fält som saknar sköldfläcksjuka har uteslutits ur analysen varpå en logaritmerad Value_max_70 (Log_Value_max_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 31. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för sköldfläcksjuka på korn kan rankas: nederbörd, sortkänslighet, närvaron av pesticider, förkultur, klimat osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Multipla resultat

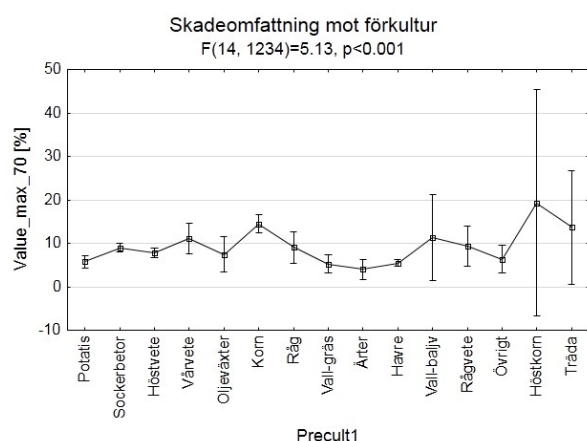
Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 4 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 32, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder nederbörd och förkultur för att beskriva variationen i sköldfläcksjuka observerad på korn. Eventuellt kan information angående klimat och sortkänslighet adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan. Vad gäller de exakta effekterna så ser omfattningen av sköldfläcksjuka i kornodling ut att tillta med ökande nederbörd samt vara signifikant förhöjd om korn har odlats som förfrukt (figur 21).

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Sensitivity	8.64	1	1023	0.004	***
Climate	2.29	5	807	0.044	**
Precip_sum_70	17.6	2	557	0.001	***
Sow_week	4.61	2	831	0.110	
Seed	1.07	7	982	0.383	
Pesticide	5.40	1	1022	0.021	***
Straw	0.87	2	121	0.422	
Strength	0.37	2	73	0.694	
Soil	0.70	6	804	0.648	
Nitro	1.35	8	657	0.216	
Precult1	3.93	14	897	0.001	***
Precult2	1.37	14	792	0.161	
Precult3	1.38	18	593	0.135	
Ploughed	2.56	1	524	0.111	

Tabell 31: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Precip_sum_70	0.59	0.59	1	1
Precult1 (korn)	0.48	0.48	2	2
Climate	-	0.26	3	3
Precult1 (havre)	-	0.25	2	4
Sensitivity	-	0.25	(4)	5
Precult1 (höstvetete)	-	0.24	5	6

Tabell 32: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.



Figur 21: Skadeomfattning gällande sköldfläcksjuka i kornodling mot Precult1. F -testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av sköldfläcksjuka på korn så exponeras samtliga regressorer i tabell 32 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows C_p , där resultaten åskådliggörs i tabell 33:

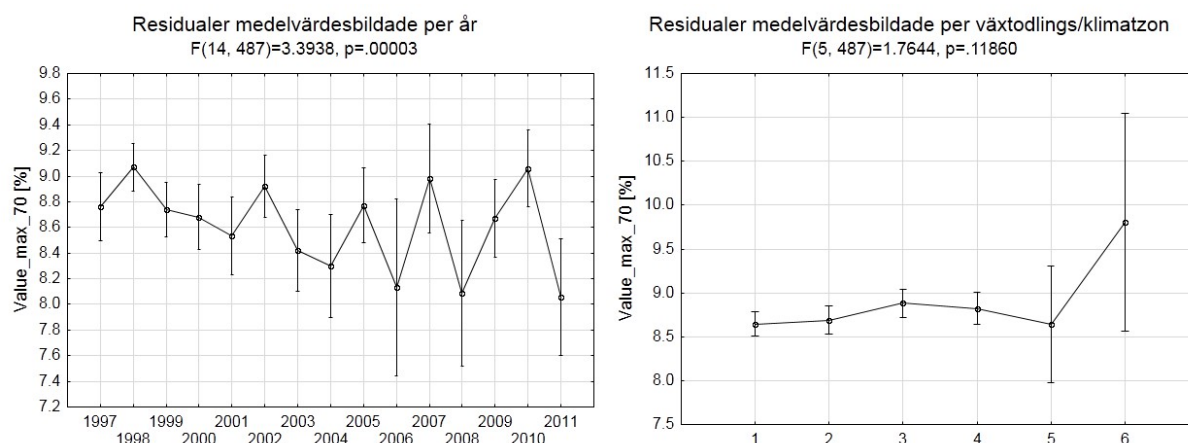
Regressor	p (<i>i</i>)
Precip_sum_70	0.001
Precult1	0.004
Sensitivity	0.007
Climate	0.032

Tabell 33: Slutgiltig regressorbas för bestämning av sköldfläcksjuka i korn.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 33 förordar en fyrdimensionell lösning – *nederbörd, förkultur, sortkänslighet och odlingsklimat* reglerar förekomsten av sköldfläcksjuka i kornodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 10 % av den variation som observerats i responsen, där $F(19, 473) = 3.93$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 33, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 22). Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen återstår en svagt avtagande tidstrend ($F > 3.39$, $p < 0.001$). Skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är ej statistiskt signifikanta ($F > 1.76$, $p < 0.119$).



Figur 22: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande sköldfläcksjuka i kornodling. Medelvärdet i Value_max_70 för perioden 1997-2011 (8.75 %) har adderats till de primära residualerna (som illustreras i figur 32). Enskilda resultat.

Råg

Enskilda resultat

Fält som saknar sköldfläcksjuka har uteslutits ur analysen varpå en logaritmerad Value_max_70 (Log_Value_max_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 34. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av sköldfläcksjuka på råg kan rankas: nederbörd, odlingsklimat, förkultur, plogningsstatus, jordart osv. i enlighet med F-testets probvärde och styrka.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Sensitivity	1.85	1	591	0.175	
Climate	8.94	4	491	0.001	***
Precip_sum_70	10.0	2	273	0.001	***
Sow_week	2.78	2	429	0.081	*
Seed	1.05	4	276	0.381	
Pesticide	1.28	1	590	0.259	
Straw	0.04	2	32	0.960	
Strength	2.56	2	52	0.088	*
Soil	2.49	6	421	0.023	***
Nitro	0.50	6	268	0.808	
Precult1	2.25	15	480	0.005	***
Precult2	1.27	15	413	0.221	
Precult3	1.22	18	502	0.241	
Ploughed	6.34	1	263	0.013	***

Tabell 34: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

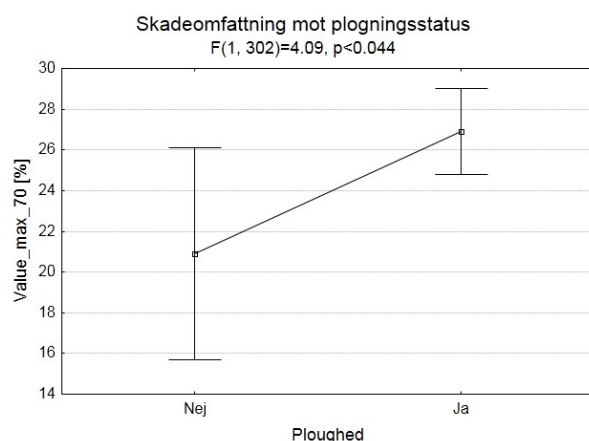
Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 oberoende av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 35, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder nederbörd och odlingsklimat för att beskriva variationen i sköldfläcksjuka observerad på råg.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Precip_sum_70	0.49	0.49	1	1
Climate	0.38	0.38	2	2
Ploughed	-	0.33	3	3

Tabell 35: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

Vad gäller de exakta effekterna så ser omfattningen av sköldfläcksjuka i rågodling ut att tillta med ökande nederbörd och i plöjd odling (figur 23).



Figur 23: Skadeomfattning gällande sköldfläcksjuka i rågodling mot Ploughed. F -testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av sköldfläcksjuka på råg så exponeras samtliga regressorer i tabell 35 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 36:

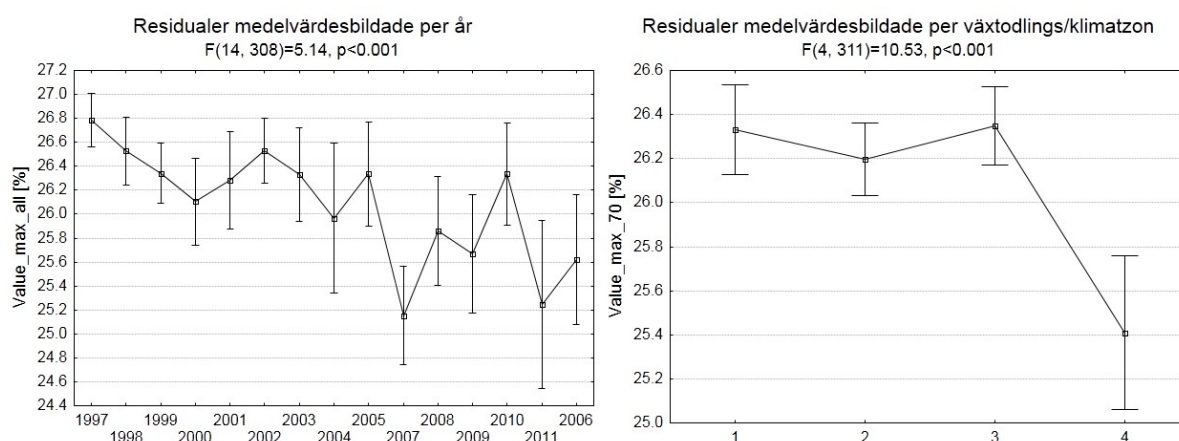
Regressor	p (<I)
Precip_sum_70	0.001
Climate	0.001

Tabell 36: Slutgiltig regressorbas för bestämning av sköldfläcksjuka i råg.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 36 förordar en tvådimensionell lösning – *nederbörd och odlingsklimat* reglerar förekomsten av sköldfläcksjuka i rågodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 17 % av den variation som observerats i responsen, där $F(5, 310) = 13.5$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 36, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 24). Det kan konstateras att det efter compensation för regressorbasen återstår en avtagande tids- [$F(14, 308) > 5.14$, $p < 0.001$] såväl som klimattrend [$F(4, 311) > 10.5$, $p < 0.001$].



Figur 24: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande sköldfläcksjuka i rågodling. Medelvärdet i Value_max_70 för perioden 1997-2011 (25.8 %) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Mjöldagg

Vårvete

Enskilda resultat

Fält som saknar angrepp av mjöldagg har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_max_70 (Log_Value_max_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 37. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av mjöldagg på vårvete kan rankas: odlingsklimat, förkultur, utsädesmängd, kvävegiva osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Sensitivity	8.53	1	418	0.004	***
Climate	8.51	3	276	0.001	***
Precip_sum_70	2.47	2	187	0.336	
Sow_week	6.34	2	207	0.167	
Seed	3.10	6	322	0.006	***
Pesticide	2.42	1	417	0.121	
Straw	1.12	2	9	0.367	
Strength	1.00	1	87	0.319	
Soil	1.70	6	302	0.121	
Nitro	2.35	8	282	0.019	***
Precult1	2.47	13	328	0.004	***
Precult2	1.45	15	418	0.123	
Precult3	1.66	15	250	0.059	*
Ploughed	1.92	1	122	0.169	

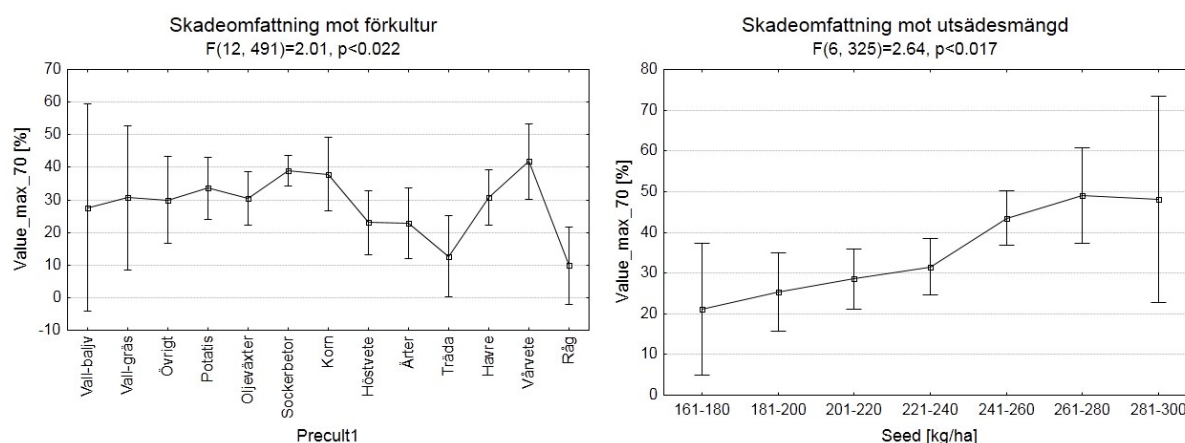
Tabell 37: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 6 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 38, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder odlingsklimat och kvävegivans storlek för att beskriva variationen i mjöldagg observerad på vårvete. Eventuellt kan information angående sortkänslighet, förkultur och utsädesmängd adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Climate	0.32	0.31	1	1
Nitro	0.26	0.25	2	2
Sensitivity	-	0.23	(3)	3
Precult1 (sockerbetor)	-	0.22	4	4
Seed	-	0.22	5	5
Precult3 (råg)	-	0.22	6	6

Tabell 38: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.



Figur 25: Skadeomfattning gällande mjöldagg i vårveteodling mot Precult1 (v.) och Seed (h.). F -testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

Vad gäller de exakta effekterna så ser omfattningen av mjöldagg i vårveteodling ut att variera med kvävegivans storlek utan närvaro av någon entydig trend, medan effekten av förkultur och utsädesmängd illustreras i figur 25. I sistnämnda effekt återfinns en signifikant trend där skadeomfattningen växer med ökande utsädesmängd.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av mjöldaggsangrepp på korn så exponeras samtliga regressorer i tabell 38 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 39:

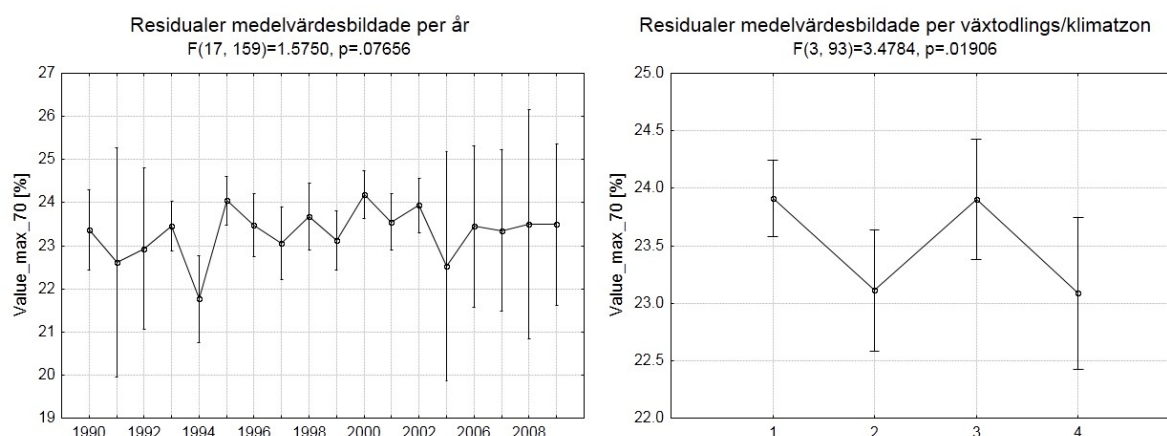
Regressor	p (<i>i</i>)
Climate	0.001
Nitro	0.025
Sensitivity	0.097

Tabell 39: Slutgiltigt regressorbas för bestämning av mjöldagg i vårvete.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 39 förordar en tredimensionell lösning – *odlingsklimat, kvävegiva och sortkänslighet* reglerar förekomsten av mjöldagg i kornodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 13 % av den variation som observerats i responsen, där $F(4, 92) = 4.72$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 39, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 26). Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen knappast återstår någon tydlig tidstrend medan skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är statistiskt signifikant ($F > 3.4$, $p < 0.020$).



Figur 26: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande mjöldagg i vårveteodling. Medelvärdet i Value_max_70 för perioden 1997-2011 (24.5 %) har adderats till de primära residualerna (som illustreras i figur 43). Enskilda resultat.

Korn

Enskilda resultat

Fält som saknar angrepp av mjöldagg har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_max_70 (Log_Value_max_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Pre-

cip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 40. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av mjöldagg på korn kan rankas: sortkänslighet, såningsvecka, klimat, utsädesmängd, förkultur osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 4 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 41, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder sortkänslighet, odlingsklimat och såningsvecka för att beskriva variationen i mjöldagg observerad på korn. Eventuellt kan information angående jordart och förkultur adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i)$	Styrka
Sensitivity	59.0	1	1160	0.001	***
Climate	16.8	5	911	0.001	***
Precip_sum_70	9.69	2	614	0.900	
Sow_week	23.5	2	868	0.001	***
Seed	4.60	6	1175	0.001	***
Pesticide	4.51	1	1159	0.034	**
Straw	0.52	2	45	0.598	
Strength	0.92	2	160	0.403	
Soil	8.45	6	871	0.001	***
Nitro	0.83	8	517	0.573	
Precult1	1.88	15	979	0.023	***
Precult2	3.77	15	839	0.001	***
Precult3	1.17	17	434	0.287	
Ploughed	1.97	1	400	0.161	

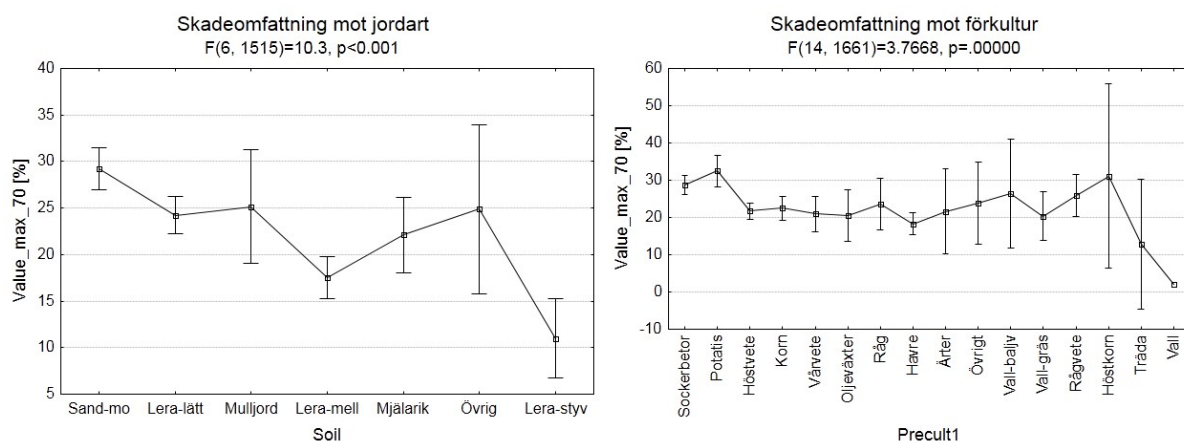
Tabell 40: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Sensitivity	0.48	0.47	(1)	1
Climate	0.32	0.32	2	2
Sow_week	0.27	0.26	3	3
Soil (sand-mo)	-	0.25	4	4
Soil (lera-mellan)	-	0.25	4	5
Precult1 (sockerbetor)	-	0.21	5	6

Tabell 41: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

Vad gäller de exakta effekterna så ser omfattningen av mjöldagg i kornodling ut att avta med ökande såningsvecka. Vidare har jordart och förkultur effekter på skadeomfattningen enligt figur 27.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av mjöldaggsangrepp på korn så exponeras samtliga regressorer i tabell 41 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 42:



Figur 27: Skadeomfattning gällande mjöldagg i kornodling mot Soil (v.) och Precult1 (h.). F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

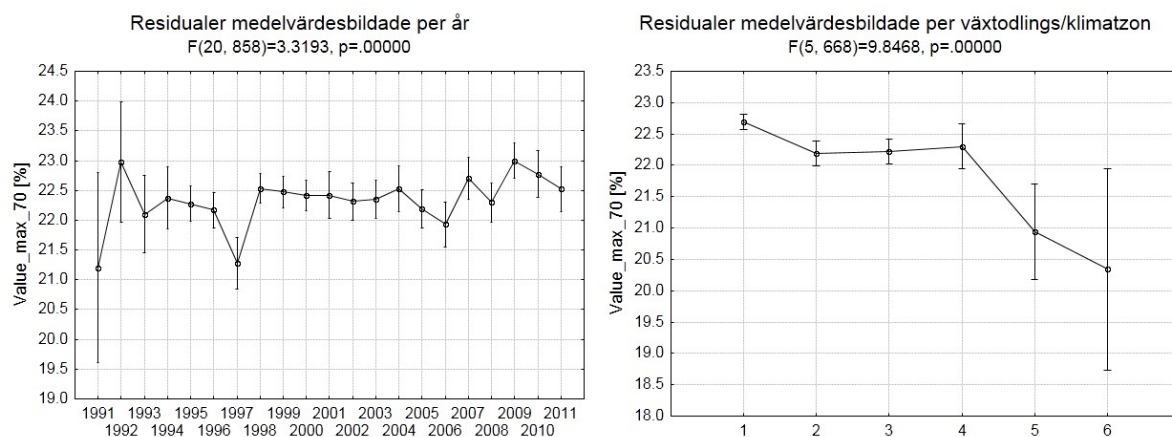
Regressor	p (<i>i</i>)
Sensitivity	0.001
Climate	0.001
Soil	0.001

Tabell 42: Slutgiltig regressorbas för bestämning av mjöldagg i korn.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 42 förordrar en tredimensionell lösning – *sortkänslighet, odlingsklimat och jordart* reglerar förekomsten av mjöldagg i kornodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 15 % av den variation som observerats i responsen, där $F(12, 661) = 11.2$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 42, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 28). Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen knappast återstår någon tydlig tidstrend medan skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är statistiskt signifikant ($F > 5.6$, $p < 0.001$).



Figur 28: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande mjöldagg i kornodling. Medelvärdet i Value_max_70 för perioden 1997-2011 (22.4 %) har adderats till de primära residualerna (som illustreras i figur 36). Enskilda resultat.

Råg

Enskilda resultat

Fält som saknar angrepp av mjöldagg har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_max_70 (Log_Value_max_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70 , med enskilda resultat så som illustreras i tabell 43. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av mjöldagg på råg kan rankas: sortkänslighet, klimat, förkultur osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 oberoende av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 44, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder sortkänslighet och odlingsklimat för att beskriva variationen i mjöldagg observerad på råg. Eventuellt kan information angående förkultur adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (< \alpha)$	Styrka
Sensitivity	8.66	1	450	0.004	***
Climate	2.76	4	373	0.028	**
Precip_sum_70	1.05	2	206	0.652	
Sow_week	2.65	2	320	0.281	
Seed	0.65	5	360	0.665	
Pesticide	0.36	1	449	0.548	
Straw	0.95	1	10	0.353	
Strength	1.93	2	45	0.158	
Soil	1.25	6	320	0.281	
Nitro	0.43	6	182	0.859	
Precult1	1.59	14	358	0.081	*
Precult2	1.44	15	303	0.126	
Precult3	0.86	14	158	0.602	
Ploughed	1.04	1	182	0.310	

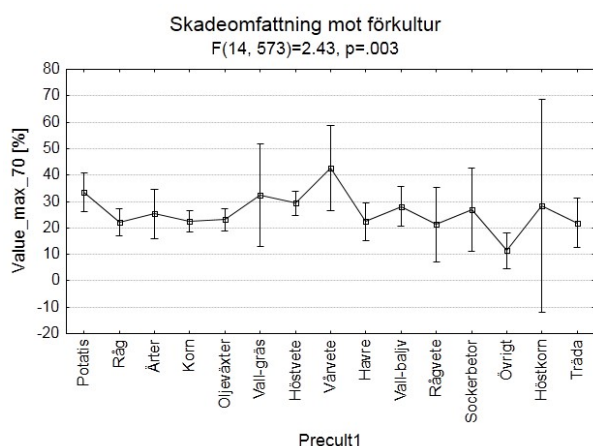
Tabell 43: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Sensitivity	0.44	0.44	(1)	1
Climate	0.36	0.36	2	2
Precult1 (potatis)	0.34	0.23	3	3

Tabell 44: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

Vad gäller de exakta effekterna så saknas entydiga trender även om medelvärdena är signifikant olika i jämförelse emellan kategorier (figur 29).

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av mjöldaggsangrepp på råg så exponeras samtliga regressorer i tabell 44 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows C_p , där resultaten åskådliggörs i tabell 45:



Figur 29: Skadeomfattning gällande mjöldagg i rågodling mot Precult1. F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

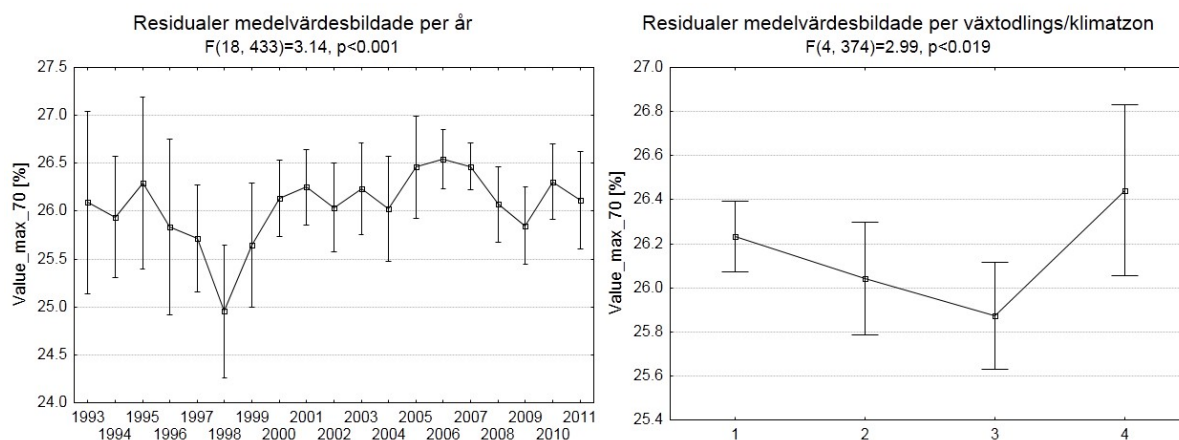
Regressor	p (<i>i</i>)
Sensitivity	0.028
Climate	0.027

Tabell 45: Slutgiltig regressorbas för bestämning av mjöldagg i råg.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 45 förordrar en tvådimensionell lösning – *sortkänslighet och odlingsklimat* reglerar förekomsten av mjöldagg i rågodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 3 % av den variation som observerats i responsen, där $F(5, 373) = 3.40$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 45, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 30). Det kan konstateras att det efter compensation för regressorbasen knappast återstår någon tydlig tidstrend medan skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är statistiskt signifikant ($F > 2.9$, $p < 0.019$).



Figur 30: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande mjöldagg i rågodling. Medelvärdet i Value_max_70 för perioden 1997-2011 (26.1 %) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Sädesbladlus

Höstvete

Enskilda resultat

Fält som saknar angrepp av sädesbladlus har uteslutits ur analysen, varpå en transformerad Value_ave_all (T_Value_ave_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_all, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 46. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i antalet sädesbladlöss per strå i höstvetesodling kan rankas: nederbörd, klimat, såningsvecka, huruvida fältet har plöjts, jordart, mängden utsäde per areaenhet och så vidare i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 4 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 47, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder nederbörd och klimat för att beskriva variationen i sädesbladlusangrepp på höstvete. Eventuellt kan information angående fältets förkultur och jordart adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan.

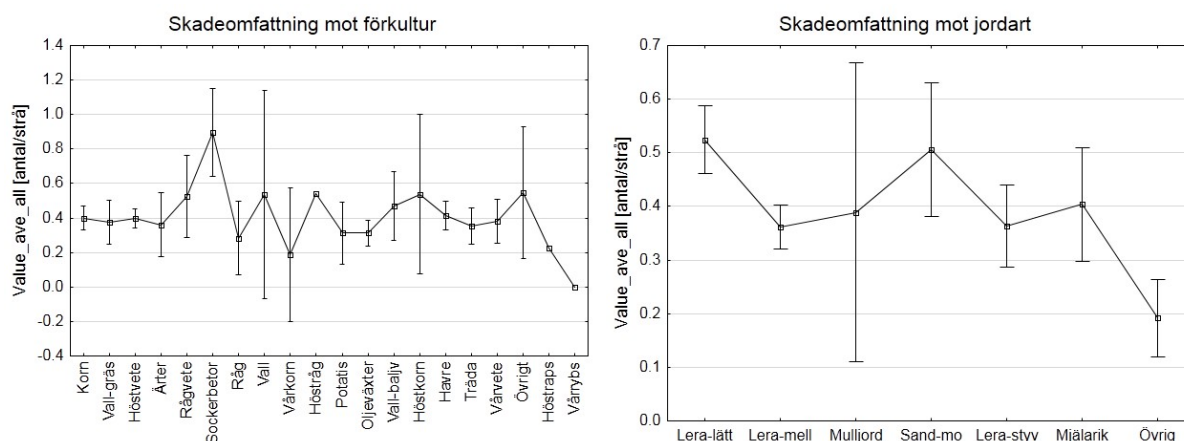
Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Climate	16.3	5	2196	0.001	***
Precip_sum_all	48.7	1	2252	0.001	***
Sow_week	17.5	1	1754	0.001	***
Seed	3.25	7	1230	0.003	***
Pesticide	2.29	1	3361	0.131	
Straw	2.12	2	137	0.124	
Strength	-	-	-	-	-
Soil	3.39	6	1908	0.003	***
Nitro	1.46	10	1198	0.150	
Precult1	1.51	15	2065	0.094	*
Precult2	2.12	15	1865	0.008	***
Precult3	2.12	20	1120	0.003	***
Ploughed	8.97	1	1641	0.003	***

Tabell 46: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Precip_sum_all	0.44	0.43	1	1
Climate	0.41	0.40	2	2
Precult3 (sockerbetor)	-	0.34	3	3
Soil (lera-lätt)	-	0.20	4	4

Tabell 47: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

Vad gäller de exakta effekterna så tilltar skadeomfattningen med ökande nederbörd, om sockerbetor har odlats som förfrukt, och med odling på lätt-lera (figur 31).



Figur 31: Skadeomfattning mot Precult3 (v.) och Soil (h.). Kombinationen sockerbetor i förkultur på lätta leror ser ut att gynna angrepp av sädesbladlus på höstvete. Enskilda resultat.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av sädesbladlusangrepp på höstvete så exponeras samtliga regressorer i tabell 47 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 48:

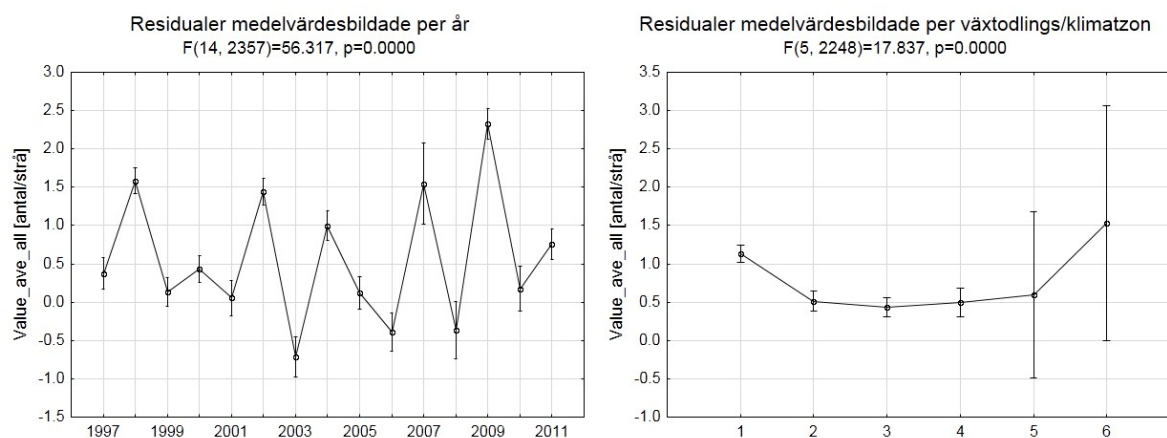
Regressor	p (<i>i</i>)
Precip_sum_all	0.001
Climate	0.001

Tabell 48: Slutgiltig regressorbas för bestämning av sädesbladlus i höstvete.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 48 förordar en tvådimensionell lösning av enkelt slag – *nederbörd och odlingsklimat* har en tydlig effekt på förekomsten av sädesbladlus i höstveteodling. Effekten av förfrukt och jordart är marginell i sammanhanget, och adderar inte någon nämnvärd förklaringsgrad. Den resulterande modellen förklarar ungefär 5 % av den variation som observerats i responsen, där $F(2, 2251) = 47.1$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 48, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 32).



Figur 32: Tidstrend (v.) och klimateffekt (h.) gällande angrepp av sädesbladlus i höstveteodling. Medelvärdet i Value_ave_all för perioden 1997-2011 (0.69) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Det kan konstateras att det efter kompensation för nederbörd återstår signifikant olika värden i kategorierna år respektive växtodlings/klimatzon, men att man knappast kan tala om några uttalade trender. Däremot ser närvaron av sädesbladlus i höstveteodling ut att vara ett utpräglat vartannatårs-fenomen ($F > 56.3$, $p < 0.001$). Dessutom föreligger en signifikant struktur över växtodlings/klimatzoner ($F > 17.8$, $p < 0.001$) där skadeomfattningen är högst i varma odlingslägen (det är svårt att dra säkra slutsatser angående skadeomfattningen i zon 5 och 6 p.g.a. få observationer).

Trips

Råg

Enskilda resultat

Fält som saknar angrepp av trips har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_ave_70 (Log_Value_ave_all) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 49. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av trips på råg kan rankas: nederbörd, odlingsklimat, kvävegiva osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (< \alpha)$	Styrka
Climate	3.52	5	402	0.004	***
Precip_sum_70	14.5	1	227	0.001	***
Sow_week	1.47	1	587	0.227	
Seed	1.10	6	451	0.360	
Pesticide	1.21	1	793	0.272	
Straw	0.71	2	87	0.497	
Strength	1.16	2	36	0.325	
Soil	1.17	6	595	0.324	
Nitro	2.66	7	458	0.011	***
Precult1	1.30	15	639	0.196	
Precult2	1.50	15	578	0.101	
Precult3	1.25	18	414	0.221	
Ploughed	0.94	1	220	0.335	

Tabell 49: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 oberoende av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 50, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder nederbörd och odlingsklimat för att beskriva variationen i tripsangrepp observerad på råg. Eventuellt kan information angående kvävegivans storlek adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan. Vad gäller de exakta effekterna så avtar skadeomfattningen med ökande nederbörd medan effekterna av kvävegiva framgår i figur 33.

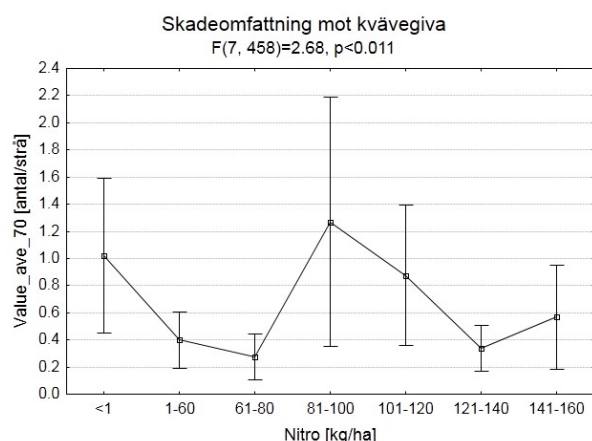
Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Precip_sum_70	0.66	0.66	1	1
Climate	0.47	0.47	2	2
Nitro	-	0.30	3	3

Tabell 50: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av tripsangrepp på råg så exponeras samtliga regressorer i tabell 50 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 51. Vi drar slutsatsen att en endimensionell lösning av enkelt slag förordas – *nederbörd* reglerar förekomsten av trips i rågodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 6 % av den variation som har observerats i responsen, där $F(1, 227) = 14.5$, $p < 0.001$. Modellresidualens utseende är mycket gott.

Tidstrender och klimateffekter

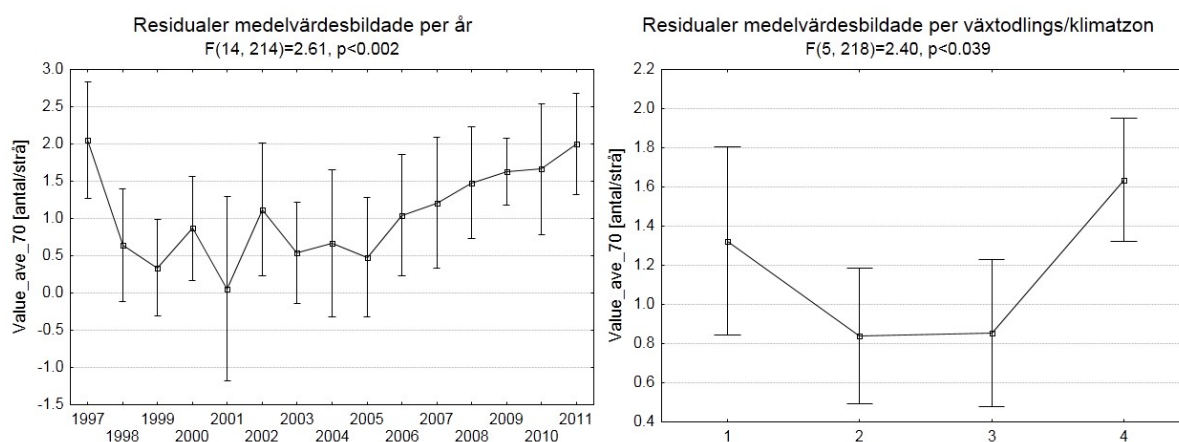
För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att plotta residualen från den regressorbas som presenteras i tabell 51 längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 34). Det kan konstateras att det efter kompensering för regressorbasen ser ut att återstå en signifikant tidstrend från mitten av 2000-talet ($F > 2.61$, $p < 0.002$). Däremot saknas en generell klimateffekt även om F-testet indikerar signifikanta skillnader från en växtodlingszon till en annan ($F > 2.40$, $p < 0.039$).



Figur 33: Skadeomfattning gällande trips i rågodling mot Nitro. F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

Regressor	p (<i>i</i>)
Precip_sum_70	0.005

Tabell 51: Slutgiltig regressorbas för bestämning av trips på råg.



Figur 34: Tidseffekt (v.) och klimateffekt (h.) gällande trips i rågodling. Medelvärdet i Value_ave_70 för perioden 1997-2011 (0.65 st./strå) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Rågvete

Enskilda resultat

Fält som saknar angrepp av trips har uteslutits ur analysen, varpå en logaritmerad Value_ave_70 (Log_Value_ave_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 52. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av trips på rågvete kan rankas: nederbörd, användning av pesticider, förkultur osv. i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (<i>i</i>)$	Styrka
Climate	0.94	5	496	0.452	
Precip_sum_70	20.6	1	241	0.001	***
Sow_week	1.03	1	632	0.311	
Seed	1.71	5	469	0.132	
Pesticide	9.24	1	872	0.003	***
Straw	2.00	2	87	0.142	
Strength	-	-	-	-	-
Soil	1.02	6	668	0.409	
Nitro	1.10	9	462	0.363	
Precult1	2.07	14	710	0.012	***
Precult2	0.59	15	629	0.888	
Precult3	0.59	16	405	0.889	
Ploughed	0.48	1	278	0.491	

Tabell 52: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

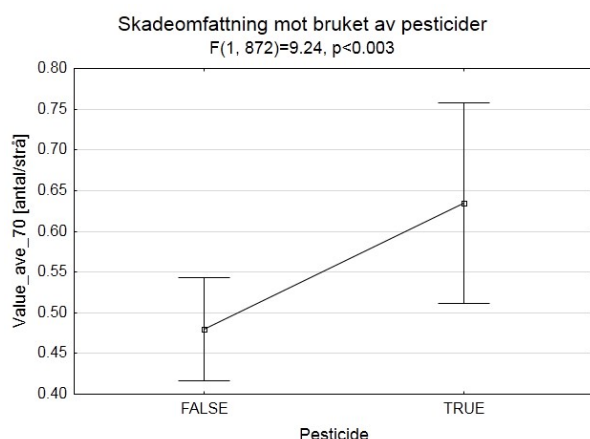
Multipla resultat

Regressorbasens dimensionalitet skattas till 1 eller 2 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 53, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder nederbörd för att beskriva variationen i tripsangrepp observerad på rågvete. Eventuellt kan information angående bruket av pesticider och klimat adderas till den endimensionella förklaringskärnan. Vad gäller de exakta effekterna så avtar skadeomfattningen med ökande nederbörd medan effekterna av pesticider framgår i figur 35.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Precip_sum_70	0.80	0.82	1	1
Pesticide	0.32	0.32	2	2
Climate	0.21	0.21	3	3

Tabell 53: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av tripsangrepp på rågvete så exponeras samtliga regressorer i tabell 53 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 54. Vi drar slutsatsen att en tvådimensionell lösning förordas – *nederbörd och odlingsklimat* reglerar förekomsten av trips i rågveteodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 11 % av den variation som har observerats i responsen, där $F(4, 225) = 8.23$, $p < 0.001$. Modellresidualens utseende är mycket gott.



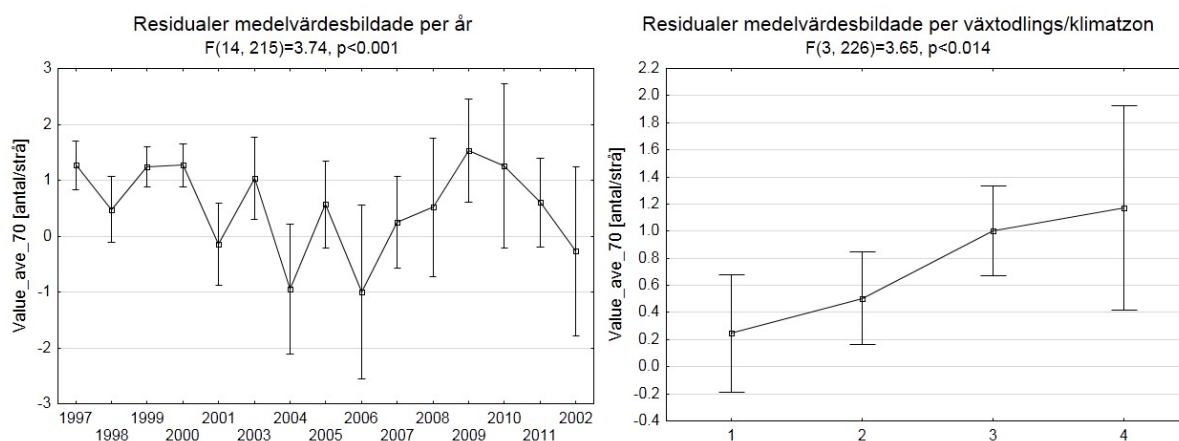
Figur 35: Skadeomfattning gällande trips i rågveteodling mot Pesticide. F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

Regressor	p (<i>i</i>)
Precip_sum_70	0.001
Climate	0.134

Tabell 54: Slutgiltig regressorbas för bestämning av trips på rågvete.

Tidstrender och klimatteffekter

För att kunna studera tidstrender och klimatteffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 54, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 36). Det kan konstateras att det knappast existerar en entydig tidstrend även om medelvärdena i Value_ave_70 är signifikant olika från ett år till ett annat ($F > 3.74$, $p < 0.001$). Däremot existerar en generell klimattrend där skadeomfattningen ökar med kallare odlingsklimat ($F > 3.65$, $p < 0.014$).



Figur 36: Tidseffekt (v.) och klimatteffekt (h.) gällande trips i rågveteodling. Medelvärdet i Value_ave_70 för perioden 1997-2011 (0.64 st./strå) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Kronrost

Havre

Enskilda resultat

Även i fallet med kronrostangrepp på havre dominerar talet noll PoV-databasen, dvs. skadeslaget är relativt ovanligt förekommande. Det anses dessutom drabba havresorter utan urskiljning, dvs. olika

havresorter anses likvärdiga m. a. p. känslighet mot kronrostangrepp. Fält som saknar angrepp har därför uteslutits ur analysen, varpå statistisk analys har utförts tvärs över havresorter. Under dessa förutsättningar har en transformerad variant av Value_max_all (T_Value_max_all) visat sig vara bäst lämpad att matchas mot regressormatrisen, där nederbörd representeras av Precip_sum_all. De enskilda resultaten av denna matchning presenteras i tabell 55.

Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av kronrost på havre kan rankas: såningsvecka, växtodlings/klimatzon, pesticidbruk, nederbörd och jordart i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Regressor	F(v_1, v_2)	v_1	v_2	p (<i>i</i>)	Styrka
Climate	9.75	4	275	0.001	***
Precip_sum_all	4.26	1	212	0.040	**
Sow_week	10.4	1	273	0.001	***
Seed	0.44	5	255	0.820	
Pesticide	8.10	1	367	0.005	***
Straw	1.30	2	52	0.281	
Strength	0.86	0	16	-	
Soil	1.82	6	284	0.100	*
Nitro	1.40	8	248	0.200	
Precult1	1.32	14	308	0.192	
Precult2	0.79	15	273	0.692	
Precult3	0.90	17	223	0.576	
Ploughed	0.03	1	210	0.867	

Tabell 55: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F-fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Multipla resultat

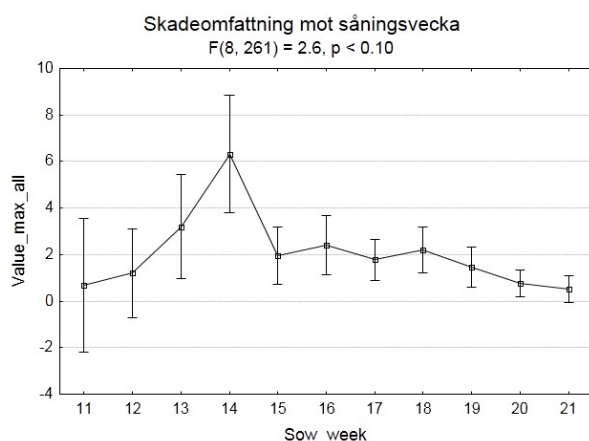
Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 3 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 56, och vi drar slutsatsen att en optimal PLS-bas använder klimat och såningsvecka för att beskriva variationen i kronrost observerad på havre. Eventuellt kan information angående nederbörd adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan.

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Climate	0.60	0.60	1	1
Sow_week	0.36	0.37	2	2
Precip_sum_all	-	0.31	3	3

Tabell 56: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

Vad gäller de exakta effekterna så ser tidig sådd ut att reducera riskerna för kronrost i havreodling (figur 37). Dessutom finns en svag positiv korrelation mellan skadeomfattning och nederbördsmängd.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av kronrostangrepp på havre så exponeras samtliga regressorer i tabell 56 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 57:



Figur 37: Skadeomfattning gällande kronrost i havreodling mot Sow_week. F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

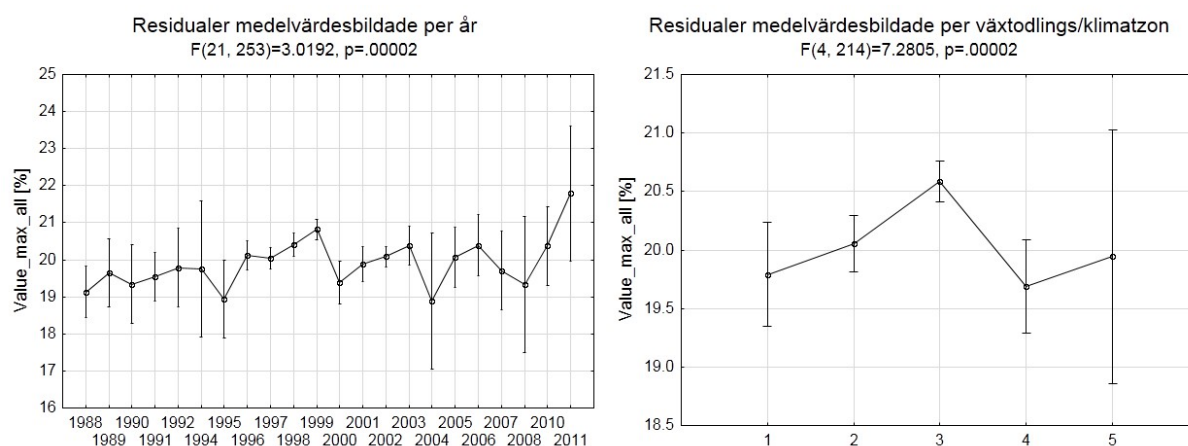
Regressor	p (<i>i</i>)
Climate	0.001
Sow_week	0.103

Tabell 57: Slutgiltig regressorbas för bestämning av brunrost i höstvete.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 57 förordar en tvådimensionell lösning av enkelt slag – *odlingsklimat och såningsvecka* reglerar förekomsten av kronrost i havreodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 12 % av den variation som observerats i responsen, där $F(4, 211) = 8.62$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att undanta klimat från den regressorbas som presenteras i tabell 57, och plotta den resulterande residualen längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 38).



Figur 38: Tidstrend (v.) och klimateffekt (h.) gällande kronrostangrepp i havre. Medelvärdet i Value_max_all för perioden 1988-2011 (20.2 %) har adderats till de primära residualerna. Enskilda resultat.

Det kan konstateras att det efter kompensation för regressorbasen återstår en signifikant tidstrend ($F>21.2$, $p<0.001$). När denna trend skattas med linjär regression så erhålls intercept = -59.8 och lutning 0.04. Skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är statistiskt signifikanta ($F>7.2$, $p<0.001$).

Brunrost

Höstvete

Enskilda resultat

Även i fallet med kronrostangrepp på havre dominerar talet noll PoV-databasen, dvs. skadeslaget är relativt ovanligt förekommande. Fält som saknar angrepp har därför uteslutits ur analysen, varpå en transformerad variant av Value_max_70 (T_Value_max_70) visar sig vara bäst lämpad som respons. Denna matchas mot Precip_sum_70, med enskilda resultat så som illustreras i tabell 58. Resultaten visar att regressorernas enskilda betydelse för den variation som har observerats i skadeomfattningen av brunrost på höstvete kan rankas: mängden utsäde per areaenhet, förkultur, såningsvecka och sortkänslighet i enlighet med F-testets prob-värde och styrka.

Regressor	$F(v_1, v_2)$	v_1	v_2	$p (< \alpha)$	Styrka
Sensitivity	3.20	1	624	0.074	*
Climate	1.74	3	316	0.160	
Precip_sum_70	0.96	2	315	0.171	
Sow_week	3.00	2	542	0.072	*
Seed	2.37	7	441	0.022	***
Pesticide	0.00	1	623	0.951	
Straw	0.41	2	152	0.662	
Strength	0.09	1	112	0.764	
Soil	1.20	6	517	0.304	
Nitro	1.15	10	410	0.321	
Precult1	0.72	13	567	0.749	
Precult2	1.11	15	509	0.341	
Precult3	1.89	15	365	0.023	***
Ploughed	0.99	1	222	0.322	

Tabell 58: Med k observerade faktornivåer och n observationer per regressor är F -fördelningens parameter $v_1 = k-1$ och $v_2 = n-k$ (dvs. $n = v_1 + v_2 + 1$). I de kontinuerligt fördelade regressorerna är $k=2$ (två parametrar i den linjära regressionen).

Multipla resultat

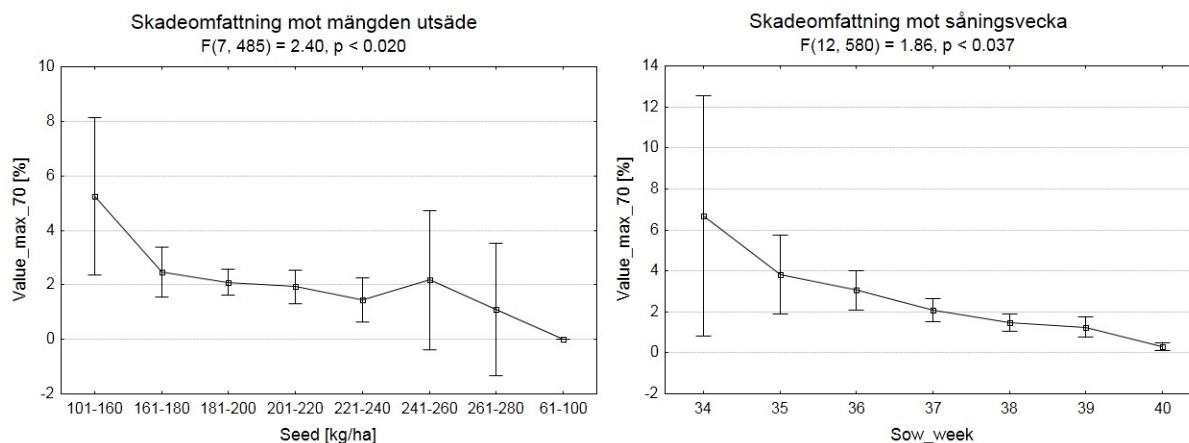
Regressorbasens dimensionalitet skattas till 2 eller 4 beroende på valet av skattningsstrategi. I båda fallen rankas de principala informationsbärarna enligt tabell 59, och vi drar slutsatsen att en optimal

Regressor	VIP V-fold	VIP Eigen1	Dim	Rank
Precult3 (sockerbetor)	0.47	0.47	1	1
Seed	0.41	0.41	2	2
Precult3 (höstvete)	0.39	0.39	1	3
Sow_week	-	0.32	3	4
Sensitivity	-	0.24	4	5

Tabell 59: Regressorernas betydelse rankas enligt PLS Variable Importance in Projection (VIP) enligt de två strategierna V-fold cross-validation och cut-off eigenvalue = 1.

PLS-bas använder förkultur och mängden utsäde per areaenhet för att beskriva variationen i brunrost observerad på höstvete. Eventuellt kan information angående såningsvecka och sortkänslighet adderas till den tvådimensionella förklaringskärnan.

Vad gäller de exakta effekterna så korrelerar förfrukterna sockerbetor resp. höstvete med responsen, där en förhöjd skadeomfattning återfinns i förutvarande sockerbetsodling medan skadan är signifikant mindre i kategorin höstvete. Vidare så varierar skadeomfattningen signifikant med utsädesmängd samtidigt som den avtar med ökande såningsvecka (figur 39).



Figur 39: Skadeomfattning gällande brunrost i höstveteodling mot Seed (v.) och Sow_week (h.). F-testet är utfört på transformerad respons trots att det är den primära responsen som plottas.

För att slutgiltigt bestämma en bas för beskrivningen av bladfläcksangrepp på höstvete så exponeras samtliga regressorer i tabell 59 mot responsen i en "Best subset regression" enligt Mallows Cp, där resultaten åskådliggörs i tabell 60:

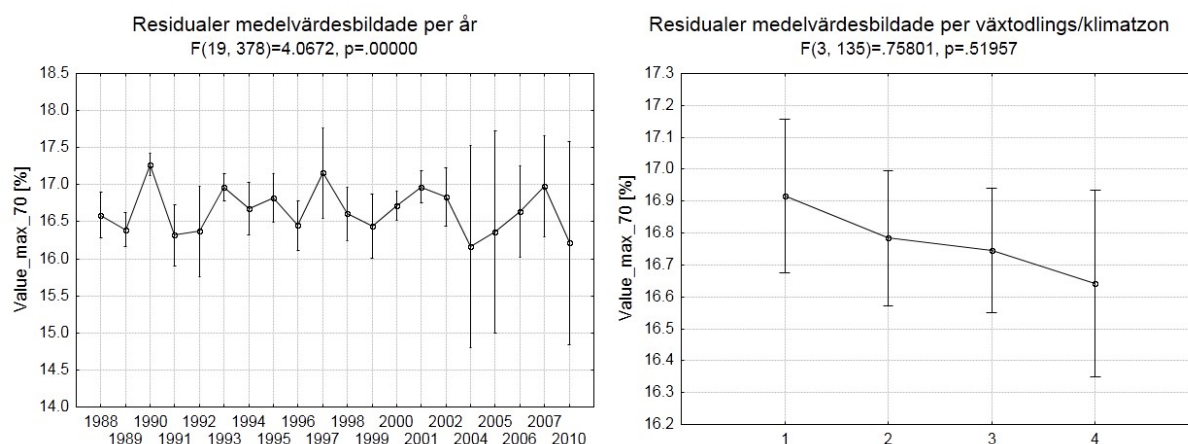
Regressor	p (<i>i</i>)
Sow_week	0.001
Precult3	0.002

Tabell 60: Slutgiltig regressorbas för bestämning av brunrost i höstvete.

Det multipla resultat som presenteras i tabell 60 förordar en tvådimensionell lösning av enkelt slag – *såningsvecka och förkultur* reglerar förekomsten av brunrost i höstveteodling. Den resulterande modellen förklarar ungefär 14 % av den variation som observerats i responsen, där $F(14, 257) = 4.11$. Modellresidualens utseende är utmärkt gott.

Tidstrender och klimateffekter

För att kunna studera tidstrender och klimateffekter måste effekten av andra regressorer filteras bort. Detta görs genom att plotta residualen från den regressorbas som presenteras i tabell 60 längs tidsaxeln och mot växtodlings/klimatzonerna (figur 40). Det kan konstateras att det efter kompensations för regressorbasen knappast återstår någon tidstrend även om F-testet indikerar signifikanta skillnader i medelvärde från ett år till ett annat ($F > 4.06$, $p < 0.001$). Skillnaderna i medelvärde över växtodlings/klimatzoner är inte statistiskt signifikanta.



Figur 40: Tidstrend (v.) och klimateffekt (h.) gällande bladfläcksjuka i höstvet. Medelvärdet i Value_max_70 för perioden 1997-2011 (39.3 %) har adderats till de primära residualerna (som illustreras i figur 4). Enskilda resultat.

Diskussion

När de sammanfattande resultat som presenteras i tabellerna 4 och 5 kombineras med den detaljerade information som återfinns i kapitlet "Detaljerad resultatredovisning" så kan i princip all den styrka som samlats i PoV-programmets databas användas för att studera den årsvisa skadeomfattningens variation avseende de prioriterade kombinationerna skadegörare/gröda. Den föreliggande studiens viktigaste tillskott till denna databas är införandet av "Sensitivity" och "Climate", dvs. viktningen av olika grödsorters känslighet för svampsjukdomar och av odlingsklimat. Detta möjliggör något så viktigt som en studie tvärs över grödsorter; eftersom det finns hundratals sorter så hade materialet delats i väsentligt mindre stickprovsstorlekar än vad som nu är möjligt. Dessutom visar studien att odlingsklimatet är en av de viktigaste variablerna om man ser tvärs över de prioriterade kombinationerna, vilket indikerar att det antagligen hade behövts en zonerings av data om denna vikt hade negligerats. I fallet med odlingsklimat har vi detaljstuderat den associerade effekten eftersom den är kopplad till eventuella klimatförändringar, medan en detaljstudie tvärs över grödsorter har uteslutits ur föreliggande arbete. Den som är intresserad av en sådan studie är emellertid välkommen att höra av sig till författaren eftersom det kompletta materialet finns tillgängligt för analys.

I de flesta fall är stickprovsstorlekarna betryggande stora, de ges i samtliga tabeller där de enskilda resultaten redovisas (stickprovsstorleken $n = v_1 + v_2 + 1$). I vissa fall är de emellertid kritiskt låga med tanke på det stora antalet faktornivåer som beaktas samtidigt i de multipla analyserna. Detta betyder att modellen i vissa fall är besvärande obalanserad, och att vissa resultat måste tas med en nypa salt. Problemet är inte alls stort och gäller framförallt faktorerna "Straw" och "Strength", dvs. halmrester i odlingen och stråstyrka. Som alltid vid tolkningen av statistiska resultat måste läsaren vara utrustad med sunt förnuft och en aning erfarenhet, speciellt när stickprovsstorlekarna är små.

I de flesta fall är som sagt stickprovsstorlekarna betryggande stora (rentav väldigt stora), vilket möjliggör en relativt högupplöst analys. Detta är speciellt välbehövligt i vissa fall av insektsangrepp där arbetet med att identifiera en regressorbas kan liknas vid att leta efter en nål i en höstack. De signifikanser som faller ut är följaktligen starka trots att den resulterande modellens förklaringsgrad kan synas låg. Det är emellertid viktigt att inse att regressorer mycket väl kan ha en distinkt effekt på responsen utan att för den skull förklara all variation. Det är helt enkelt så att det finns andra regres-

sorer som också spelar roll, även om de inte finns representerade i den analyserade databasen. Föreliggande resultat är därför adekvata trots att de inte gör anspråk av att bidra till en komplett processmodell. Hypotesen som testas i var och en av de presenterade analyserna är helt enkelt huruvida regressorn ifråga har en signifikant effekt på responsen. Detta är något helt annat än att göra anspråk på att bygga en komplett processmodell. Den viktigaste komponent som saknas i PoV-programmet är sannolikt data angående skadeslagens övervintringsförhållanden, och utan denna information kommer man i så fall inte i närheten av den dynamik som krävs för att koppla förra årets skadeangrepp till innevarande års utfall.

I föreliggande analys har en ganska dramatisk övergång från veckovisa till årsvisa data gjorts. När resultaten beaktas är det viktigt att inse att mellanårsdynamiken är helt annorlunda än inomårsdynamiken. Den sistnämnda har använts för att parameterisera modeller som opererar på mellanårsbasis (från ett år till ett annat), medan inomårsdynamiken helt har lämnats därhän. Samtliga veckovisa primärdata finns emellertid tillgängliga hos författaren för den som är intresserad av en studie i denna riktning. Det primära antalet dataposter närmar sig 1.5 miljoner, och i den årsvisa sammanställningen (som naturligtvis också finns tillgänglig) har detta antal reducerats med en faktor som speglar det genomsnittliga antalet provtagningsveckor per år, dvs. någonstans i närheten av talet 8. Om detta material kompletteras med klimatdata som speglar förhållandena även utanför vegetationsperiod (inte minst den viktiga övervintringsperioden) så är bordet dukat för mera högupplösta processtudier än de som har inkluderats i förevarande uppdrag.

Författarens tack

Denna studie kom till efter en förfrågan från Jordbruksverkets växtskyddsgrupper i Uppsala och Linköping till Håkan Lanshammar på Uppsala universitet. Tack Peder Waern, Göran Gustafsson och Anders Arvidsson för förfrågan och för att ni drev saken så entusiastiskt, och tack Håkan för rekommendationen. Och framförallt ett tack till Anders Arvidsson för outtröttligt stöd i detaljfrågorna.

Referenser

Andersson G., Arvidsson A., Berg G., Djurberg A., Gustafsson G., Holmblad J., Johansson L., Karlsson A., Lerenius C., Sandström M., Wikström M., 2012: Bekämpningsrekommendationer. Svampar och insekter 2012 – Jordbruksverkets växtskyddscentraler I mars 2012.

Box G. E. P., Cox D. R., 1964: An analysis of transformations. – Journal of the Royal Statistical Society, 26, 211-253.

Daniel C., Wood F., 1980: Fitting Equations to Data, Rev. Ed. – NY: Wiley & Sons, Inc

Davidian M., Giltinan D., 1995: Nonlinear Models for Repeated Measurement Data. – Chapman & Hall/CRC Monographs on Statistics & Applied Probability.

Fitzmaurice G. M., Laird N. M., Ware J. H., 2004: Applied Longitudinal Analysis. – Wiley Series in Probability and Statistics.

http://jordbruk.pinfos.se/Anvisning_AL/Text_ALLA.doc: Jordbruksverkets anvisningar för gradering av skadeangrepp vid provtagningar inom programmet Prognos och Varning.

Jannedy S., Bod R., Hay J., 2003: Probabilistic Linguistics. – Cambridge, Massachusetts; MIT Press.

Maracchi G., Sirotenko O., Bindi M., 2005: Impacts of Present and Future Climate Variability on Agriculture and Forestry in the Temperate Regions: Europe. – Climatic Change 70, p. 117-135.

Milliken G. A., Johnson D. E., 1992: Analysis of messy data: Vol. I. Designed experiments. – New York: Chapman & Hall.

SJV, periodika: Bekämpningsrekommendationer, Svampar och insekter. – Jordbruksverkets Växtskyddscentraler, årligen.

Söderström T., Stoica P., 1989: System Identification. – Prentice Hall International

Wold H., 1975: Path models with latent variables: The NIPALS approach. Quantitative Sociology: International perspectives on mathematical and statistical model building (Ed.s, H.M. Blalock et al.). – Academic Press, NY, 307-357.

Wold S., 1978: Cross-validated estimation of the number of components in factor and principal components models. – Technometrics, pp 397-405.

Ordlista

*Om ett ord i ordförklaringarna är svårt så återfinns det på annan plats i listan.
Ordförklaringarna har avsiktligt hållits enkla.*

Aritmetiskt medelvärde: Summan av ett antal värden dividerad med antalet.

Balanserad design: En konstant stickprovsstorlek tvärs igenom samtliga regressorvariabler.

Blandad linjär modell: En linjärkombination av fixa och slumpmässiga regressorvariabler.

Dimensionalitet: Antalet oberoende regressorvariabler (dvs. antalet variabler i regressorbasen).

Dynamik: Det som händer om regressorvariablerna är korrelerade.

Effekt: En effektiv regressorvariabel har en signifikant effekt på responsvariabeln.

Ekvidistans: Konstant avstånd mellan skalenheterna (det är t.ex. lika långt mellan talen 3 och fyra som mellan talen 24 och 25).

Empirisk: Erfarenhetsmässigt erhållen kunskap (som kan implementeras i en empirisk modell).

Enskild: Effekten av en enskild regressorvariabler (egentligen den univariata effekten).

Filter: En statistik modell kan betraktas som ett filter där effekten av en regressorvariabel filtreras bort ur den primära responssignalen. Kvar blir en residual signal.

Fix variabel: En regressorvariabel som inte innehåller någon slumpkomponent.

F-karakteristik: De parametervärden som bestämmer F-testets förutsättningar

F-test: Det statistiska test som avgör om en regressorbas har någon signifikant effekt på responsvariabeln.

Förklaringsgrad: Den andel av responsvariabelns variation som återfinns i regressorbasen (anges i %).

Generell linjär modell: En linjärkombination av fixa regressorvariabler.

Homogenitet: En konstant variation tvärs igenom samtliga regressorvariabler.

Informationskärna: Den information som återfinns i regressorbasen.

Integral: Med hjälp av en integral kan arean under en matematisk funktion beräknas.

Intercept: Den punkt där en regressionslinje skär y-axeln (dvs. där $x = 0$).

Korrelation: Om två variabler är korrelerade så utlöser en variation i den ena en respons i den andra.

Kumulativ: En kumulativ summa adderar värdet av en ny term till summan av de föregående.

Kvadratsumma: En summa av kvadrerade termer.

Kvotskala: En skaltyp som äger rank, ekvidistans och absolut nolla.

Linjär regression: Sambandet mellan två variabler skattas m. h. a. räta linjens koefficienter.

Linjärkombination: En summa av viktade termer.

Lutning: Regressionslinjen definieras av dess intercept och lutning.

Mallows Cp: Ett mått på regressorbasens effektivitet som samtidigt optimerar oberoende emellan regressorvariabler och korrelationen till responssignalen.

Matris: Regressormatrisen består av samtliga tillgängliga regressorer. Regressorbasen utgör en delmängd av regressormatrisen.

MIXED: Den internationella benämningen på en blandad linjär modell.

Multipel: Den samtidiga effekten av multipla regressorvariabler kallas multipel effekt.

Nominal: En skaltyp som varken äger rank, ekvidistans eller absolut nolla.

Normalfördelning: Symmetrisk slumpfördelning som definieras av de två oberoende parametrarna väntevärde och varians.

Nästlad: En effekt kan vara nästlad i en annan; ett exempel är gårdsvariabeln där varje gård har deltagit i PoV-programmet med multipla (nästlade) fält.

Oberoende: Två variabler är oberoende om en variation i den ena inte utlöser en respons i den andra.

Omfång: Skillnaden mellan en variabels max- och min-värde.

Parameter: De värden som definierar en matematisk funktion (se t.ex. normalfördelning ovan).

Parameterisera: I föreliggande studie parameteriseras skadeomfattningens veckovisa variation m. a. p. variationen från ett år till ett annat.

Primitiv funktion: Används för att beräkna integralvärdet under en funktionskurva.

Principal informationsbärare: Regressorbasen bär på regressormatrisens principala informationsinnehåll.

Prob-värde: Det sannolikhetsvärde som jämförs med ett statistiskt hypotestests signifikansnivå för att avgöra om hypotesen skall bedömas som sann eller falsk.

Process: I en processinriktad studie beaktas naturlagarna på ett mera detaljerat sätt än vid statistisk modellering.

Ranking: En variabel kan observeras på en skaltyp som tillåter ranking. Ett exempel är skolbetyg som uttrycks på skalan IG, G, VG och MVG (vilket är ett exempel på den ordinala skaltypen).

Regressorbas: En uppsättning regressorvariabler där korrelationen emellan regressorer har minimerats samtidigt som basens korrelation till responsvariabeln har optimerats.

Regressorvariabel: Variabel som används för att beskriva variationen i en responsvariabel.

Residual: Den del av responsvariabelns variation som inte kan beskrivas med regressorbasen.

Responssignal: Responsvariabelns variation kan liknas vid en signal.

Responsvariabel: Den variabel vars variation skall beskrivas m. h. a. en regressorbas.

Skadefunktion: Skadeomfattningens årsvisa utveckling.

Skaltyp: En variabels egenskaper definieras av skaltpen som spänner från nominal till kvotskala (nominal, ordinal, intervall och kvotskala).

Skattning: Sambandet mellan respons och regressorbas bestäms genom statistisk skattning av regressionskoefficienter.

Slumpvariabel: En variabel som beskrivs m. h. a. en sannolikhetsfördelning.

Spatiotemporal: Spatiotemporal variation förändrar varje punkt i rummet över tid (eller vice versa).

Spridning: Ett spridningsmått mäter en variabels variation.

Stickprovsstorlek: Antalet observationer varpå den statistiska analysen vilar.

Styrka: Används i detta arbete som en ranking av prob-värden.

Subjekt: Ett statistiskt subjekt har unika egenskaper som skiljer det från andra subjekt. Observationer inom ett objekt är därför starkare korrelerade än observationer emellan subjekt.

Tillväxtkurva: En kurva vars värden beror på förutvarande värden.

Viktning: När effekten av en regressorvariabel filteras ut ur en responssignal så har responsens vikt eliminerats.

Statistisk genomlysning av Jordbruksverkets växtskyddscentralers prognos- och varningsverksamhet

I samarbete mellan Statens Jordbruksverk och Institutionen för energi och teknik, SLU Ultuna enligt försöks- och samarbetsprojekt 25-6581/10

Tomas Thierfelder, SLU Ultuna i juni 2012

Rapporten kan beställas från

Jordbruksverket • 551 82 Jönköping • Tfn 036-15 50 00 (vx) • Fax 036-34 04 14
E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se
www.jordbruksverket.se